

AUTOSTRADA VALDASTICO

A31 NORD

1° LOTTO

Piovene Rocchette - Valle dell'Astico

PROGETTO DEFINITIVO

| | |
|----------|-------------------|
| CUP | G21B1 30006 60005 |
| WBS | B25.A31N.L1 |
| COMMESSA | J16L1 |

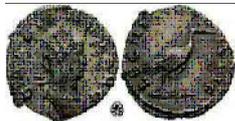
COMMITTENTE



S.p.A. AUTOSTRADA BRESCIA VERONA VICENZA PADOVA
Area Costruzioni Autostradali

CAPO COMMESSA
PER LA PROGETTAZIONE
Dott. Ing. Gabriella Costantini

PRESTATORE DI SERVIZI:
CONSORZIO RAETIA



RAPPRESENTANTE: Dott. Ing. Alberto Scotti

RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE
TRA LE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE:
Technital S.p.A. - Dott. Ing. Andrea Renso



PROGETTAZIONE:



Il Responsabile
Dott. Ing. Stefano Luca Possati



ELABORATO: **PARTE ECONOMICA**

Capitolati
Capitolato speciale d'Appalto: Norme Tecniche - Opere civili - tomo 2

| | |
|------------------------|------|
| Progressivo | Rev. |
| 02 03 01 003 02 | |

| Rev. | Data | Descrizione | Redazione | Controllo | Approvazione | SCALA: --- |
|------|-------------|--------------------------|------------------------|-----------|--------------|---|
| 00 | MARZO 2017 | PRIMA EMISSIONE | 3TI PROGETTI - M.MATTA | M.SORGE | S.L.POSSATI | NOME FILE: J16L1_02_03_01_003_0202_OPD_02.dwg |
| 01 | GIUGNO 2017 | REVISIONE PER VERIFICA | 3TI PROGETTI - M.MATTA | M.SORGE | S.L.POSSATI | CM. PROGR. FG. LIV. REV. |
| 02 | LUGLIO 2017 | RECEPIMENTO OSSERVAZIONI | 3TI PROGETTI - M.MATTA | M.SORGE | S.L.POSSATI | J16L1_02_03_01_003_0202_OPD_02 |

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD
1° LOTTO
PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL’ASTICO

Committente:



Progettazione:

CONSORZIO RAETIA



PROGETTO DEFINITIVO

CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO

NORME TECNICHE

TOMO 2

I N D I C E

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | DISPOSITIVI DI RITENUTA STRADALE | 18 |
| 1.1 | Proprieta' Delle Barriere Di Sicurezza Stradali | 20 |
| 1.2 | Barriere Di Sicurezza - Classe N2 | 21 |
| 1.2.1 | <i>Caratteristiche prestazionali</i> | 21 |
| 1.3 | Barriere Di Sicurezza - Classe H2 | 22 |
| 1.3.1 | <i>Caratteristiche prestazionali</i> | 22 |
| 1.4 | Barriere Di Sicurezza - Classe H2 Per Varchi | 22 |
| 1.4.1 | <i>Caratteristiche prestazionali</i> | 22 |
| 1.5 | Barriere Di Sicurezza - Classe H3 | 23 |
| 1.5.1 | <i>Caratteristiche prestazionali</i> | 23 |
| 1.6 | Barriere Di Sicurezza – Classe H4 | 24 |
| 1.6.1 | <i>Caratteristiche prestazionali</i> | 24 |
| 1.7 | Terminali | 25 |
| 1.7.1 | <i>Caratteristiche tecniche Terminali Semplici</i> | 25 |
| 1.7.2 | <i>Caratteristiche prestazionali Terminali Speciali</i> | 25 |
| 1.8 | Transizioni | 26 |
| 1.8.1 | <i>Caratteristiche prestazionali</i> | 26 |
| 1.9 | Attenuatori D'urto | 27 |
| 1.9.1 | <i>Caratteristiche tecniche</i> | 27 |
| 1.9.2 | <i>Caratteristiche prestazionali</i> | 27 |
| 1.10 | Sistemi Amovibili Per Chiusura Varchi | 28 |
| 1.10.1 | <i>Caratteristiche tecniche</i> | 28 |
| 1.10.2 | <i>Caratteristiche prestazionali</i> | 28 |
| 1.11 | Profili Re-Direttivi Per Protezioni Di Inbocchi In Galleria | 28 |
| 1.11.1 | <i>Caratteristiche tecniche</i> | 28 |
| 1.12 | Profili Re-Direttivi Per Protezioni Di Muri, Pareti In Gallerie O Trincee | 29 |
| 1.12.1 | <i>Caratteristiche tecniche</i> | 29 |
| 1.13 | Reti Parasassi, Antiscavalramento E Recinzioni Metalliche | 29 |
| 1.13.1 | <i>Caratteristiche prestazionali</i> | 29 |
| 1.14 | Zincatura | 29 |
| 1.15 | Marcatura CE | 30 |
| 1.15.1 | <i>Modifica di prodotto</i> | 30 |
| 1.16 | Accettazione Dei Materiali E Controlli | 31 |

| | | |
|---|---|-----------|
| 1.16.1 | <i>Accettazione e controlli della fornitura</i> | 31 |
| 1.16.2 | <i>Prove sui materiali</i> | 32 |
| Tabella 16: Accettazione dei materiali | | 32 |
| 1.16.3 | <i>Cantieri di sola Posa in Opera delle barriere stradali</i> | 34 |
| 1.17 Modalità Di Esecuzione | | 34 |
| 1.17.1 | <i>Corretta posa in opera</i> | 37 |
| 1.18 Misurazione E Contabilizzazione | | 37 |
| 1.18.1 | <i>Posa in Opera delle barriere stradali</i> | 39 |
| 1.19 Non Conformità E Sanzioni | | 39 |
| 1.20 Collaudo | | 40 |
| 1.21 Normativa | | 40 |
| 1.22 Appendice | | 41 |
| Tabella A: Prelievi | | 41 |
| 2 Segnaletica Stradale | | 44 |
| 2.1 Segnaletica Orizzontale | | 46 |
| 2.1.1 | <i>Segnaletica orizzontale realizzata con pittura a base di resina alchidica o acrilica a solvente organico</i> | 46 |
| 2.1.1.1 | <i>Caratteristiche prestazionali</i> | 47 |
| 2.1.1.2 | <i>Caratteristiche fisico-chimiche</i> | 47 |
| 2.1.1.3 | <i>Prove di laboratorio</i> | 49 |
| 2.1.1.4 | <i>Sostanze pericolose</i> | 50 |
| 2.1.2 | <i>Segnaletica orizzontale realizzata con pitture a base di resina acrilica a solvente acquoso</i> | 52 |
| 2.1.2.1 | <i>Caratteristiche prestazionali</i> | 52 |
| 2.1.2.2 | <i>Caratteristiche fisico-chimiche</i> | 52 |
| 2.1.2.3 | <i>Prove di laboratorio</i> | 55 |
| 2.1.3 | <i>Segnaletica orizzontale realizzata con pitture a base di materiale termoplastico</i> | 57 |
| 2.1.3.1 | <i>Caratteristiche prestazionali</i> | 57 |
| 2.1.3.2 | <i>Caratteristiche fisico-chimiche</i> | 58 |
| 2.1.3.3 | <i>Prove di laboratorio</i> | 60 |
| 2.1.4 | <i>Segnaletica orizzontale realizzata con prodotti plastici a freddo</i> | 61 |
| 2.1.4.1 | <i>Caratteristiche prestazionali</i> | 61 |
| 2.1.4.2 | <i>Caratteristiche fisico-chimiche</i> | 62 |
| 2.1.4.3 | <i>Prove di laboratorio</i> | 64 |
| 2.1.5 | <i>Segnaletica orizzontale realizzata con prodotti preformati</i> | 66 |
| 2.1.5.1 | <i>Caratteristiche prestazionali</i> | 66 |

| | | |
|------------|---|------------|
| 2.1.5.2 | <i>Caratteristiche tecniche</i> | 69 |
| 2.1.5.3 | <i>Controlli in situ e in laboratorio</i> | 71 |
| 2.1.6 | <i>Prodotti postspruzzati e premiscelati per la segnaletica orizzontale</i> | 71 |
| 2.1.6.1 | <i>Caratteristiche prestazionali delle sfere di vetro postspruzzate</i> | 71 |
| 2.1.6.2 | <i>Caratteristiche prestazionali dei granuli antiderapanti postspruzzati</i> | 72 |
| 2.1.6.3 | <i>Caratteristiche fisiche dei prodotti postspruzzati e premiscelati</i> | 73 |
| 2.1.6.4 | <i>Granulometrie di riferimento delle microsfele di vetro.</i> | 75 |
| 2.1.6.5 | <i>Sostanze pericolose</i> | 79 |
| 2.1.7 | <i>Segnaletica orizzontale realizzata con colato plastico bicomponente a freddo con perline di vetro</i> | 79 |
| 2.1.8 | <i>Dispositivi retroriflettenti integrativi della segnaletica orizzontale</i> | 80 |
| 2.1.8.1 | <i>Caratteristiche prestazionali</i> | 80 |
| 2.1.8.2 | <i>Caratteristiche tecniche</i> | 82 |
| 2.1.8.3 | <i>Prove sugli inserti stradali catarifrangenti</i> | 84 |
| 2.1.9 | <i>Cancellazione della segnaletica orizzontale</i> | 85 |
| 2.2 | Segnaletica Verticale | 86 |
| 2.2.1 | <i>Segnali verticali permanenti con materiale retroriflettente della faccia a vista realizzata con tecnologia a microsfele di vetro</i> | 86 |
| 2.2.2 | <i>Segnali verticali permanenti con materiale retroriflettente della faccia a vista di livello prestazionale superiore</i> | 93 |
| 2.2.3 | <i>Segnali verticali permanenti con materiale fluoro-rifrangente della faccia a vista di livello prestazionale superiore</i> | 97 |
| 2.2.4 | <i>Pannelli, sostegni e fissaggi utilizzati per l'allestimento dei segnali verticali permanenti</i> | 102 |
| 2.2.4.1 | <i>Caratteristiche prestazionali</i> | 102 |
| 2.2.4.2 | <i>Segnaletica temporanea</i> | 103 |
| 2.2.4.3 | <i>Prestazioni strutturali</i> | 103 |
| 2.2.4.4 | <i>Caratteristiche tecniche</i> | 106 |
| 2.2.5 | <i>Strutture a portale per l'allestimento dei segnali verticali permanenti</i> | 106 |
| 2.3 | Segnaletica Complementare | 109 |
| 2.3.1 | <i>Delineatori normali</i> | 109 |
| 2.3.1.1 | <i>Caratteristiche prestazionali</i> | 109 |
| 2.3.1.2 | <i>Caratteristiche tecniche</i> | 111 |
| 2.3.2 | <i>Dispositivi rifrangenti</i> | 115 |
| 2.3.2.1 | <i>Caratteristiche prestazionali</i> | 115 |
| 2.3.2.2 | <i>Caratteristiche tecniche</i> | 116 |
| 2.4 | Accettazione E Controlli | 118 |
| 2.4.1 | <i>Accettazione</i> | 118 |
| 2.4.2 | <i>Marchatura "CE"</i> | 120 |

| | | |
|--|--|------------|
| 2.4.3 | <i>Dossier di Prodotto</i> | 121 |
| 2.4.4 | <i>Laboratori accreditati</i> | 122 |
| 2.4.5 | <i>Aspetti ambientali connessi alla realizzazione della segnaletica stradale</i> | 122 |
| 2.4.6 | <i>Piano di gestione dei rifiuti</i> | 122 |
| 2.5 | Modalita' Di Esecuzione | 124 |
| 2.5.1 | <i>Il Progetto di Segnalamento</i> | 124 |
| Opere complementari per l'allestimento dei segnali verticali | | 134 |
| 2.6 | Misurazione E Contabilizzazione | 138 |
| 2.7 | Non Conformità E Sanzioni | 143 |
| 2.8 | Collaudo | 145 |
| 2.9 | Manutenzione | 148 |
| 2.10 | Garanzia | 154 |
| 2.10.1 | <i>Segnaletica orizzontale</i> | 154 |
| 2.10.2 | <i>Segnaletica verticale</i> | 155 |
| 2.10.3 | <i>Segnaletica complementare</i> | 156 |
| 2.11 | Appendice | 159 |
| 2.11.1 | <i>Normative e riferimenti</i> | 159 |
| 2.11.2 | <i>Normativa sulla segnaletica orizzontale</i> | 162 |
| 2.11.3 | <i>Normativa sulla segnaletica verticale</i> | 163 |
| 2.11.4 | <i>Norme relative ai pannelli, ai sostegni e ai fissaggi dei segnali verticali permanenti.</i> | 165 |
| 2.11.5 | <i>Normativa sulla segnaletica complementare</i> | 165 |
| 2.11.6 | <i>Normativa relativa ai cantieri di lavoro stradali</i> | 166 |
| 2.11.7 | <i>Parametri prestazionali della segnaletica orizzontale</i> | 168 |
| 2.11.8 | <i>Verifica dei requisiti prestazionali della segnaletica orizzontale con sistemi puntuali</i> | 172 |
| 2.11.9 | <i>Verifica dei requisiti prestazionali della segnaletica orizzontale con sistemi ad alto rendimento</i> | 177 |
| 2.11.10 | <i>Verifica delle caratteristiche prescritzionali della segnaletica orizzontale</i> | 182 |
| 2.11.11 | <i>Prove sulle pitture a solvente</i> | 183 |
| 2.11.12 | <i>Prove sulle pitture termoplastiche, sui prodotti plastici a freddo e sui preformati</i> | 190 |
| 2.11.13 | <i>Verifica delle caratteristiche prestazionali della segnaletica verticale</i> | 196 |
| 2.11.14 | <i>Caratteristiche tecniche e prestazioni per i supporti</i> | 199 |
| 2.11.15 | <i>Condizioni per l'applicazione delle diverse tipologie di attacchi</i> | 205 |
| 2.11.16 | <i>Delineatori – Prove di Laboratorio</i> | 206 |
| 2.12 | Verifiche prestazionali dei dispositivi rifrangenti | 208 |
| 2.13 | Glossario | 210 |

| | | |
|------------|--|------------|
| 3 | CALCESTRUZZI ED ACCIAI PER CA | 222 |
| 3.1 | Conglomerati Cementizi | 222 |
| 3.1.1 | <i>Prescrizioni per la durabilità delle opere in calcestruzzo</i> | 222 |
| 3.1.2 | <i>Tipologie e requisiti dei calcestruzzi a prestazione garantita</i> | 224 |
| 3.1.3 | <i>Calcestruzzi speciali</i> | 227 |
| 3.2 | Acciai | 230 |
| 3.2.1 | <i>Caratteristiche tecniche</i> | 232 |
| 3.3 | Casseforme | 234 |
| 3.3.1 | <i>Caratteristiche tecniche</i> | 234 |
| 3.4 | Malte E Calcestruzzi Da Ripristino Strutturale E Protezione | 235 |
| 3.4.1 | <i>Caratteristiche tecniche</i> | 235 |
| 3.5 | Accettazione E Controlli | 238 |
| 3.5.1 | <i>Controllo delle certificazioni per materie prime e prodotti</i> | 238 |
| 3.5.2 | <i>Prequalifica e qualifica</i> | 238 |
| 3.5.2.1 | <i>Prequalifica e qualifica dei conglomerati cementizi</i> | 239 |
| 3.5.2.2 | <i>Calcestruzzo prodotto senza processo industrializzato</i> | 239 |
| 3.5.2.3 | <i>Calcestruzzo prodotto con processo industrializzato</i> | 242 |
| 3.5.2.4 | <i>Qualifica dei calcestruzzi speciali</i> | 244 |
| 3.5.2.5 | <i>Qualifica delle malte e calcestruzzi da ripristino strutturale e protezione</i> | 247 |
| 3.5.2.6 | <i>Qualifica degli acciai</i> | 249 |
| 3.5.2.7 | <i>Acciaio per c.a.</i> | 249 |
| 3.5.2.8 | <i>Acciaio per c.a.p.</i> | 251 |
| 3.5.3 | <i>Controlli in corso d'opera</i> | 251 |
| 3.5.3.1 | <i>Controlli di accettazione sui conglomerati cementizi</i> | 251 |
| 3.5.3.2 | <i>Controllo della resistenza del calcestruzzo messo in opera</i> | 255 |
| 3.5.3.3 | <i>Controlli aggiuntivi sui calcestruzzi speciali</i> | 257 |
| 3.5.3.4 | <i>Controlli sulle malte e calcestruzzi da ripristino strutturale e protezione</i> | 258 |
| 3.5.3.5 | <i>Controlli sugli acciai</i> | 259 |
| 3.5.4 | <i>Laboratori accreditati e autorizzati</i> | 262 |
| 3.6 | Modalità Di Esecuzione | 262 |
| 3.6.1 | <i>Confezionamento dei conglomerati cementizi</i> | 263 |
| 3.6.2 | <i>Trasporto dei conglomerati cementizi</i> | 264 |
| 3.6.3 | <i>Posa in opera dei conglomerati cementizi</i> | 265 |
| 3.6.3.1 | <i>Operazioni preliminari</i> | 265 |
| 3.6.3.2 | <i>Getto del calcestruzzo</i> | 266 |
| 3.6.3.3 | <i>Posa in opera in climi freddi</i> | 269 |
| 3.6.3.4 | <i>Posa in opera in climi caldi</i> | 270 |
| 3.6.3.5 | <i>Riprese di getto</i> | 271 |

| | | |
|--------------|---|------------|
| 3.6.3.6 | <i>Getto di calcestruzzo fresco su calcestruzzo fresco</i> | 271 |
| 3.6.3.7 | <i>Getto di calcestruzzo fresco su calcestruzzo indurito</i> | 272 |
| 3.6.4 | <i>Casseforme</i> | 272 |
| 3.6.4.1 | <i>Pulizia e trattamento delle casseforme</i> | 273 |
| 3.6.4.2 | <i>Predisposizione di fori, tracce e cavità</i> | 273 |
| 3.6.5 | <i>Stagionatura e disarmo</i> | 274 |
| 3.6.5.1 | <i>Prevenzione delle fessure da ritiro plastico sulle superfici non casserate</i> | 274 |
| 3.6.5.2 | <i>Rimozione dei casseri e maturazione umida</i> | 275 |
| 3.6.5.3 | <i>Maturazione accelerata con trattamenti termici</i> | 276 |
| 3.6.5.4 | <i>Regolarità delle superfici casserate</i> | 278 |
| 3.6.6 | <i>Giunti di discontinuità ed opere accessorie nelle strutture in conglomerato cementizio</i> | 279 |
| 3.6.7 | <i>Armature per c.a.</i> | 280 |
| Tabella 12 | Diametri ammissibili dei mandrini per barre piegate. | 281 |
| 3.6.8 | <i>Armature di precompressione</i> | 282 |
| 3.6.8.1 | <i>Fili, barre e trefoli</i> | 282 |
| 3.6.8.2 | <i>Tesatura delle armature di precompressione</i> | 283 |
| 3.6.8.3 | <i>Iniezioni nelle guaine dei cavi di precompressione di strutture in c.a.p. nuove</i> | 284 |
| 3.6.8.4 | <i>Misura della fluidità con il cono di Marsh</i> | 285 |
| Figura 10.1: | Dimensioni cono di Marsh e abachi per scelta ugello di prova. | 286 |
| 3.6.8.5 | <i>Iniezioni nelle guaine dei cavi di precompressione di strutture in c.a.p. esistenti</i> | 286 |
| 3.6.8.6 | <i>Requisiti comuni</i> | 287 |
| 3.6.8.7 | <i>Sistemi epossidici</i> | 287 |
| 3.6.8.8 | <i>Boiacche cementizie</i> | 288 |
| 3.6.8.9 | <i>Modalità di iniezione</i> | 289 |
| 3.6.9 | <i>Malte e calcestruzzi da ripristino strutturale e protezione</i> | 291 |
| 3.6.10 | <i>Tolleranze di esecuzione</i> | 292 |
| 3.7 | Misurazione E Contabilizzazione | 293 |
| 3.7.1 | <i>Norme generali</i> | 293 |
| 3.7.2 | <i>Criteri di misura</i> | 294 |
| 3.8 | Non Conformità E Sanzioni | 298 |
| 3.8.1 | <i>Conglomerati cementizi</i> | 298 |
| 3.8.2 | <i>Acciaio per c.a. e c.a.p.</i> | 301 |
| 3.9 | Collaudo | 302 |
| 3.10 | Manutenzione | 303 |
| 3.10.1 | <i>Contenuti ed articolazione del Piano di Manutenzione</i> | 303 |

| | |
|---|------------|
| 3.11 Normative E Riferimenti | 303 |
| 3.11.1 <i>Leggi e normative sugli aspetti strutturali</i> | 304 |
| 3.11.2 <i>Leggi e normative inerenti il rilascio della Marcatura CE</i> | 305 |
| 3.12 Appendice | 308 |
| 3.12.1 <i>Caratteristiche dei materiali costituenti i conglomerati cementizi</i> | 308 |
| 3.12.1.1 <i>Cemento</i> | 308 |
| 3.12.1.2 <i>Fibre</i> | 319 |
| 3.12.1.3 <i>Caratteristiche dei conglomerati cementizi</i> | 320 |
| 3.12.2 <i>Specificazione dei calcestruzzi proiettati</i> | 329 |
| Tabella 14: Calcestruzzi proiettati: categorie minime di ispezione in funzione della tipologia e destinazione d'uso. | 330 |
| 3.12.3 <i>Acciaio per c.a.: zincatura a caldo per immersione</i> | 331 |
| 3.13 ALLEGATI | 332 |
| 3.13.1 <i>ALLEGATO 1: CONTROLLI SUL CEMENTO</i> | 333 |
| 3.13.2 <i>ALLEGATO 2: CONTROLLI SULLE CENERI VOLANTI</i> | 335 |
| 3.13.3 <i>ALLEGATO 3: CONTROLLI SUL FUMO DI SILICE</i> | 338 |
| 3.13.4 <i>ALLEGATO 4: CONTROLLI SU LOPPA D'ALTOFORNO GRANULATA MACINATA</i> | 340 |
| 3.13.5 <i>ALLEGATO 5: CONTROLLI SUGLI AGGREGATI PER CALCESTRUZZO</i> | 342 |
| 3.13.6 <i>ALLEGATO 6: CONTROLLI SU ACQUA D'IMPASTO PER CALCESTRUZZO</i> | 347 |
| 3.13.7 <i>ALLEGATO 7: CONTROLLI SU ADDITIVI ED AGENTI ESPANSIVI</i> | 349 |
| 3.13.8 <i>ALLEGATO 8: CONTROLLI SULLE FIBRE</i> | 353 |
| 3.13.9 <i>ALLEGATO 9: CONTROLLI SULLE MISCELE DI CONGLOMERATO CEMENTIZIO</i> | 359 |
| 3.13.10 <i>ALLEGATO 10</i> | 374 |
| 3.13.11 <i>TABELLA A10.1: Sintesi requisiti prestazionali per prodotti di riparazione strutturali (Classi R3 ed R4 UNI EN 1504/3)</i> | 374 |
| 4 OPERE DI DIFESA E DI SOSTEGNO DEL CORPO STRADALE | 392 |
| 4.1 Classificazione E Caratteristiche Tecniche | 392 |
| 4.1.1 <i>Opere Di Protezione Del Corpo Stradale Dalla Caduta Massi</i> | 392 |
| 4.1.2 <i>Sistemi di rivestimento delle pareti e scarpate</i> | 393 |
| 4.1.3 <i>Rivestimento di scarpate in roccia con rete metallica</i> | 394 |
| 4.1.4 <i>Rivestimento di scarpate o pareti rocciose con pannelli di rete in funi di acciaio</i> | 394 |
| 4.1.5 <i>Realizzazione del reticolo di contenimento in fune</i> | 395 |
| 4.1.6 <i>Rivestimento mediante impiego di calcestruzzo spruzzato</i> | 396 |
| 4.1.7 <i>Barriere paramassi ad assorbimento di energia</i> | 396 |
| 4.1.8 <i>Sistema di ancoraggi</i> | 400 |

| | | |
|------------|--|------------|
| 4.1.9 | <i>Rilevati per il contenimento dei massi</i> | 400 |
| 4.2 | Opere Di Sostegno | 401 |
| 4.2.1 | <i>Opere di sostegno a gravità</i> | 402 |
| 4.2.2 | <i>Opere di sostegno in c.a.</i> | 403 |
| 4.3 | Opere Di Difesa Spondale | 404 |
| 4.3.1 | <i>Prismi in conglomerato cementizio</i> | 404 |
| 4.3.2 | <i>Massi di roccia</i> | 405 |
| 4.3.3 | <i>Gabbioni</i> | 406 |
| 4.3.4 | <i>Materassi in pietrame</i> | 408 |
| 4.3.5 | <i>Soglie di fondo</i> | 409 |
| 4.4 | Manufatti Per Lo Smaltimento Delle Acque Dal Corpo Stradale | 409 |
| 4.4.1 | <i>Tubazioni</i> | 409 |
| 4.4.1.1 | <i>Tubazioni in calcestruzzo cementizio vibrato</i> | 409 |
| 4.4.1.2 | <i>Tubazioni in grès</i> | 410 |
| 4.4.1.3 | <i>Tubazioni in PVC rigido</i> | 410 |
| 4.4.1.4 | <i>Tubazioni in polietilene (PEAD) corrugate</i> | 410 |
| 4.4.1.5 | <i>Tubazioni in polipropilene corrugate</i> | 411 |
| 4.4.1.6 | <i>Tubazioni in polietilene (PE) spiralato con profili metallici</i> | 411 |
| 4.4.1.7 | <i>Tubazioni in polietilene (PEAD) spiralato</i> | 411 |
| 4.4.2 | <i>Pozzetti e chiusini</i> | 412 |
| 4.4.3 | <i>Canalette</i> | 412 |
| 4.4.3.1 | <i>Canalette in acciaio</i> | 412 |
| 4.4.3.2 | <i>Canalette ad embrici</i> | 412 |
| 4.4.4 | <i>Rivestimenti per cunette e fossi di guardia</i> | 413 |
| 4.4.4.1 | <i>Rivestimenti con elementi prefabbricati in conglomerato cementizio vibrato</i> | 413 |
| 4.4.4.2 | <i>Rivestimenti in conglomerato cementizio gettato in opera</i> | 413 |
| 4.4.4.3 | <i>Rivestimenti in muratura di pietrame</i> | 413 |
| 4.4.5 | <i>Cordonature</i> | 414 |
| 4.4.6 | <i>Manufatti Lamiera D'acciaio Ondulata</i> | 414 |
| 4.4.6.1 | <i>Manufatti tubolari in lamiera d'acciaio ondulata a piastre multiple</i> | 414 |
| 4.4.6.2 | <i>Manufatti tubolari in lamiera d'acciaio ondulata a giunzione continua perforati</i> | 416 |
| 4.5 | Accettazione E Controlli | 418 |
| 4.5.1 | <i>Opere di protezione del corpo stradale dalla caduta massi</i> | 419 |
| 4.5.1.1 | <i>Disgaggi e demolizioni di massi e volumi di roccia pericolosi</i> | 419 |
| 4.5.1.2 | <i>Rivestimento di scarpate in roccia con rete metallica</i> | 420 |
| 4.5.1.3 | <i>Rivestimento di scarpate o pareti rocciose con pannelli di rete in funi di acciaio e realizzazione del reticolo di contenimento in fune</i> | 421 |

| | | |
|------------|---|------------|
| 4.5.1.4 | <i>Rivestimento mediante impiego di calcestruzzo spruzzato</i> | 421 |
| 4.5.1.5 | <i>Barriere paramassi</i> | 422 |
| 4.5.1.6 | <i>Rilevati per il contenimento dei massi</i> | 423 |
| 4.5.1.7 | <i>Geogriglie in fibra sintetica</i> | 423 |
| 4.5.1.8 | <i>Gabbionate</i> | 424 |
| 4.5.2 | <i>Muri di sostegno</i> | 426 |
| 4.5.3 | <i>Muri di sostegno in muratura</i> | 426 |
| 4.5.4 | <i>Muri di sostegno in calcestruzzo</i> | 426 |
| 4.5.5 | <i>Muri di sostegno in elementi prefabbricati (c.a.v. e c.a.p.)</i> | 427 |
| 4.5.6 | <i>Opere di sostegno in terra rinforzata</i> | 427 |
| 4.5.7 | <i>Opere di difesa spondale</i> | 427 |
| 4.5.8 | <i>Opere in pietrame: controlli dei massi e loro posizionamento</i> | 428 |
| 4.5.9 | <i>Prismi in conglomerato cementizio</i> | 429 |
| 4.6 | Manufatti per lo smaltimento delle acque dal corpo stradale | 430 |
| 4.6.1 | <i>Tubazioni</i> | 430 |
| 4.6.2 | <i>Cunette</i> | 431 |
| 4.6.3 | <i>Manufatti in lamiera d'acciaio ondulata</i> | 432 |
| 4.6.4 | <i>Laboratori accreditati</i> | 433 |
| 4.7 | Modalità Di Esecuzione | 434 |
| 4.7.1 | <i>Disgaggio</i> | 434 |
| 4.7.2 | <i>Demolizioni di volumi rocciosi in equilibrio precario</i> | 435 |
| 4.7.2.1 | <i>Demolizioni con l'impiego di attrezzature idrauliche</i> | 435 |
| 4.7.2.2 | <i>Demolizioni con l'impiego di agenti chimici non esplodenti</i> | 435 |
| 4.7.2.3 | <i>Demolizioni con l'impiego di esplosivi</i> | 436 |
| 4.7.3 | <i>Perforazione</i> | 437 |
| 4.7.4 | <i>Sistemi di rivestimento delle scarpate</i> | 438 |
| 4.7.4.1 | <i>Rivestimento di scarpate in roccia con rete metallica</i> | 438 |
| 4.7.4.2 | <i>Rivestimento di scarpate o pareti rocciose con pannelli di rete in funi di acciaio</i> | 439 |
| 4.7.4.3 | <i>Realizzazione del reticolo di contenimento in fune</i> | 440 |
| 4.7.4.4 | <i>Imbragaggio di grossi volumi rocciosi instabili</i> | 441 |
| 4.7.4.5 | <i>Rivestimento mediante impiego di calcestruzzo spruzzato</i> | 442 |
| 4.7.5 | <i>Barriere di contenimento massi</i> | 444 |
| 4.7.6 | <i>Rilevati per il contenimento dei massi</i> | 445 |
| 4.7.6.1 | <i>Modalità di costruzione del rilevato</i> | 445 |
| 4.7.6.2 | <i>Elementi per il rinforzo dei rilevati per il contenimento dei massi</i> | 445 |
| 4.7.7 | <i>Gabbionate</i> | 445 |
| 4.7.8 | <i>Opere di sostegno</i> | 446 |
| 4.7.8.1 | <i>Muri in gabbioni</i> | 446 |

| | | |
|-------------|--|------------|
| 4.7.8.2 | <i>Muri di sostegno in pannelli di c.a.v.</i> | 446 |
| 4.7.8.3 | <i>In terra rinforzata</i> | 447 |
| 4.7.8.4 | <i>Strutture di sostegno a scomparti cellulari</i> | 447 |
| 4.7.8.5 | <i>Strutture di contenimento in elementi scatolari</i> | 447 |
| 4.7.9 | <i>Opere di difesa spondale</i> | 448 |
| 4.7.9.1 | <i>Prismi in conglomerato cementizio</i> | 448 |
| 4.7.9.2 | <i>Massi di roccia</i> | 449 |
| 4.7.9.3 | <i>Materassi in pietrame</i> | 449 |
| 4.7.9.4 | <i>Soglie di fondo</i> | 450 |
| 4.7.10 | <i>Manufatti per lo smaltimento delle acque dal corpo stradale</i> | 450 |
| 4.7.10.1 | <i>Tubazioni in calcestruzzo cementizio vibrato</i> | 450 |
| 4.7.10.2 | <i>Tubazioni in gres ceramico</i> | 451 |
| 4.7.10.3 | <i>Tubazioni in PVC rigido</i> | 451 |
| 4.7.10.4 | <i>Manufatti in lamiera d'acciaio ondulata</i> | 451 |
| 4.7.10.5 | <i>Canalette</i> | 453 |
| 4.7.10.6 | <i>Cunette</i> | 454 |
| 4.7.11 | <i>Cordonature</i> | 454 |
| 4.8 | Misurazione E Contabilizzazione | 454 |
| 4.8.1 | <i>Criteri di misura</i> | 455 |
| 4.8.1.1 | <i>Gabbioni</i> | 455 |
| 4.8.1.2 | <i>Materassi metallici</i> | 455 |
| 4.8.1.3 | <i>Scogliere per le difese spondali</i> | 455 |
| 4.8.1.4 | <i>Canalette ad embrice</i> | 456 |
| 4.8.1.5 | <i>Mantellate di rivestimento</i> | 456 |
| 4.8.1.6 | <i>Rivestimento di cunette e fossi di guardia</i> | 456 |
| 4.8.1.7 | <i>Manufatti tubolari per tombini e sottopassi</i> | 456 |
| 4.8.1.8 | <i>Muri di sostegno costituiti da pannelli prefabbricati in conglomerato cementizio armato e vibrato, anche precompresso</i> | 456 |
| 4.8.1.9 | <i>Muri di sostegno a scomparti cellulari in elementi prefabbricati di conglomerato cementizio armato e vibrato</i> | 457 |
| 4.8.1.10 | <i>Muri di sostegno costituiti da elementi scatolari prefabbricati in conglomerato cementizio armato e vibrato</i> | 457 |
| 4.9 | Non Conformità E Sanzioni | 458 |
| 4.10 | Collaudo | 459 |
| 4.11 | Appendice | 460 |
| 4.11.1 | <i>Normative E Riferimenti</i> | 461 |
| 5 | BARRIERE ACUSTICHE | 464 |
| 5.1 | Barriera Antirumore Composta Da Pannelli Metallici | 464 |

| | | |
|-------------|--|------------|
| 5.1.1 | <i>Caratteristiche acustiche</i> | 464 |
| 5.1.2 | <i>Caratteristiche tecniche</i> | 464 |
| 5.2 | Barriera Antirumore Composta Da Pannelli In Plastica | 467 |
| 5.2.1 | <i>Caratteristiche acustiche</i> | 467 |
| 5.2.2 | <i>Caratteristiche tecniche</i> | 467 |
| 5.3 | Barriera Antirumore Composta Da Pannelli In Materiale Composito (FRP) | 468 |
| 5.3.1 | <i>Caratteristiche acustiche</i> | 468 |
| 5.3.2 | <i>Caratteristiche tecniche</i> | 468 |
| 5.4 | Barriera Antirumore In Pannelli In PVC | 469 |
| 5.4.1 | <i>Caratteristiche acustiche</i> | 469 |
| 5.4.2 | <i>Caratteristiche tecniche</i> | 469 |
| 5.5 | Barriera Antirumore Composta Da Pannelli Trasparenti | 470 |
| 5.5.1 | <i>Caratteristiche acustiche</i> | 470 |
| 5.5.2 | <i>Caratteristiche tecniche</i> | 470 |
| 5.6 | Riduttori Di Rumore | 474 |
| 5.6.1 | <i>Caratteristiche acustiche</i> | 474 |
| 5.6.2 | <i>Caratteristiche tecniche</i> | 474 |
| 5.7 | Rivestimento Fonoassorbente Di Pareti | 475 |
| 5.7.1 | <i>Caratteristiche acustiche</i> | 475 |
| 5.7.2 | <i>Caratteristiche tecniche</i> | 475 |
| 5.8 | Materiali Fonoassorbenti | 475 |
| 5.9 | Elementi Strutturali E Montanti | 476 |
| 5.9.1 | <i>Elementi strutturali metallici</i> | 476 |
| 5.9.2 | <i>Elementi strutturali in calcestruzzo armato</i> | 477 |
| 5.9.3 | <i>Elementi strutturali in pultruso</i> | 477 |
| 5.10 | Accessori Di Fissaggio | 478 |
| 5.10.1 | <i>Guarnizioni E Sigillanti</i> | 479 |
| 5.11 | Interventi Diretti Sui Ricettori | 480 |
| 5.12 | Accettazione E Controlli | 480 |
| 5.12.1 | <i>Accettazione</i> | 480 |
| 5.12.2 | <i>Marcatura CE e Verifica della Costanza della Prestazione</i> | 482 |
| 5.12.3 | <i>Dossier di Prodotto</i> | 483 |
| 5.12.4 | <i>Controlli</i> | 483 |
| 5.12.5 | <i>Caratteristiche acustiche - Barriere antirumore</i> | 484 |
| 5.12.6 | <i>Caratteristiche non acustiche - Rivestimenti anticorrosivi</i> | 485 |
| 5.12.7 | <i>Caratteristiche non acustiche - Serraggio di tirafondi e bulloni</i> | 485 |

| | | |
|-------------|--|------------|
| 5.12.8 | <i>Laboratori accreditati</i> | 485 |
| 5.13 | Modalità Di Esecuzione | 486 |
| 5.14 | Misurazione E Contabilizzazione | 488 |
| 5.15 | Non Conformità E Sanzioni | 490 |
| 5.16 | Collaudo | 491 |
| 5.16.1 | <i>Collaudo delle caratteristiche non acustiche</i> | 491 |
| 5.16.2 | <i>Collaudo delle caratteristiche acustiche</i> | 492 |
| 5.17 | Manutenzione | 493 |
| 5.17.1 | <i>Contenuti ed articolazione del Piano di Manutenzione</i> | 493 |
| 5.17.2 | <i>Manutenzione degli elementi acustici</i> | 494 |
| 5.17.3 | <i>Manutenzione degli elementi strutturali in acciaio</i> | 496 |
| 5.17.4 | <i>Manutenzione degli accessori metallici</i> | 498 |
| 5.17.5 | <i>Ripristino dei danni da vandalismo</i> | 498 |
| 5.18 | Appendice | 499 |
| 5.18.1 | <i>Schema di Dichiarazione di Prestazione (Regolamento UE 305/2011)</i> | 499 |
| 5.18.2 | <i>Esempio di marcatura CE per barriera acustica</i> | 501 |
| 5.18.3 | <i>Esempio di marcatura CE per barriera di sicurezza</i> | 502 |
| 6 | SPECIFICHE TECNICHE OPERE CIVILI EDIFICI | 503 |
| 6.1 | Condizioni - Norme E Prescrizioni Per L'accettazione, L'impiego, La Qualità, La Provenienza Dei Materiali | 503 |
| 6.1.1 | <i>Norme Generali Per L'accettazione, Qualità Ed Impiego Dei Materiali</i> | 503 |
| 6.1.2 | <i>Norme Generali Per La Provvista Dei Materiali</i> | 503 |
| 6.1.3 | <i>Materiali In Genere</i> | 504 |
| 6.1.4 | <i>Acqua, Calci, Cementi Ed Agglomerati Cementizi, Gesso, Bitumi</i> | 505 |
| 6.1.5 | <i>Materiali Inerti Per Conglomerati Cementizi E Per Malte</i> | 507 |
| 6.1.6 | <i>Elementi Di Laterizio E Calcestruzzo</i> | 507 |
| 6.1.7 | <i>Armature Per Calcestruzzo</i> | 507 |
| 6.1.8 | <i>Prodotti Di Pietre Naturali O Ricostruite</i> | 508 |
| 6.1.9 | <i>Prodotti Per Pavimentazione</i> | 510 |
| 6.1.10 | <i>Prodotti Per Coperture Discontinue (A Falda)</i> | 512 |
| 6.1.11 | <i>Prodotti Per Impermeabilizzazioni E Per Coperture Piane</i> | 517 |
| 6.1.12 | <i>Prodotti Di Vetro (Lastre, Profilati Ad U E Vetri Pressati)</i> | 522 |
| 6.1.13 | <i>Prodotti Diversi (Sigillanti, Adesivi)</i> | 523 |
| 6.1.14 | <i>Infissi In Alluminio</i> | 525 |
| 6.1.15 | <i>Infissi</i> | 537 |
| 6.1.16 | <i>Porte Omologate REI</i> | 540 |
| 6.1.17 | <i>Prodotti Per Rivestimenti Interni Ed Esterni</i> | 540 |
| 6.1.18 | <i>Prodotti Per Isolamento Termico</i> | 542 |

| | | |
|------------|--|------------|
| 6.1.19 | <i>Prodotti Per Pareti Esterne E Partizioni Interne</i> | 546 |
| 6.1.20 | <i>Prodotti Per Assorbimento Acustico</i> | 548 |
| 6.1.21 | <i>Prodotti Per Isolamento Acustico</i> | 550 |
| 6.1.22 | <i>Materiali Da Fabbro</i> | 551 |
| 6.1.23 | <i>Copertura Tipo Riverclack®55 O Similare</i> | 557 |
| 6.2 | Modalità Di Esecuzione | 561 |
| 6.2.1 | <i>Scavi, Rilevati, Fondazioni E Demolizioni</i> | 561 |
| 6.2.1.1 | <i>Scavi in genere</i> | 561 |
| 6.2.1.2 | <i>Scavi di sbancamento</i> | 561 |
| 6.2.1.3 | <i>Scavi di fondazione od in trincea</i> | 562 |
| 6.2.1.4 | <i>Rilevati e rinterrati</i> | 563 |
| 6.2.1.5 | <i>Fondazioni continue</i> | 564 |
| 6.2.1.6 | <i>Fondazioni su pali</i> | 565 |
| 6.2.1.7 | <i>Pali di conglomerato cementizio armato</i> | 566 |
| 6.2.1.8 | <i>Pali trivellati in cemento armato</i> | 567 |
| 6.2.2 | <i>Strutture Di Murature, Calcestruzzo, Acciaio, Legno</i> | 569 |
| 6.2.2.1 | <i>Opere e strutture di calcestruzzo</i> | 569 |
| 6.2.2.2 | <i>Strutture prefabbricate di calcestruzzo armato e precompresso</i> | 572 |
| 6.2.2.3 | <i>Solai</i> | 575 |
| 6.2.2.4 | <i>Strutture di acciaio</i> | 580 |
| 6.2.2.5 | <i>Verniciature</i> | 583 |
| 6.2.3 | <i>Coperture, Pareti, Pavimenti E Rivestimenti</i> | 593 |
| 6.2.3.1 | <i>Esecuzione coperture continue (piane)</i> | 593 |
| 6.2.3.2 | <i>Esecuzione coperture discontinue (a falda)</i> | 597 |
| 6.2.3.3 | <i>Opere di impermeabilizzazione</i> | 600 |
| 6.2.3.4 | <i>Sistemi per rivestimenti interni ed esterni</i> | 603 |
| 6.2.3.5 | <i>opere di vetratura e serramentistica</i> | 606 |
| 6.2.3.6 | <i>Esecuzione delle pareti esterne e partizioni interne</i> | 609 |
| 6.2.3.7 | <i>Esecuzione delle pavimentazioni</i> | 612 |
| 7 | OPERE DI CONSOLIDAMENTO RETI E PROTEZIONI | 617 |
| 7.1 | Ancoraggi | 617 |
| 7.2 | Tiranti E Barre D'ancoraggio | 617 |
| 7.3 | Chiodature E Bulloni | 618 |
| 7.4 | Dreni | 620 |
| 7.4.1 | <i>Microdreni</i> | 620 |
| 7.4.2 | <i>Trincee drenanti</i> | 620 |
| 7.4.3 | <i>Pozzi drenanti</i> | 620 |
| 7.4.4 | <i>Dreni verticali prefabbricati</i> | 620 |

| | | |
|------------|--|------------|
| 7.4.5 | <i>Dreni in sabbia</i> | 620 |
| 7.5 | Trattamenti Colonnari Jetting (Jet Grouting) | 621 |
| 7.6 | Iniezioni | 621 |
| 8 | MODALITA' DI ESECUZIONE, CARATTERISTICHE, VERIFICHE E CONTROLLI DI ACCETTAZIONE | 622 |
| 8.1 | Ancoraggi | 622 |
| 8.1.1 | <i>Tiranti E Barre Di Ancoraggio</i> | 623 |
| 8.1.2 | <i>Prove Tecnologiche Preliminari</i> | 624 |
| 8.1.3 | <i>Controlli Durante L'esecuzione</i> | 626 |
| 8.1.4 | <i>Controlli E Collaudi Finali</i> | 628 |
| 8.1.5 | <i>Chiodature E Bulloni</i> | 630 |
| | BULLONI IN ACCIAIO | 631 |
| 8.1.6 | <i>Prove E Controlli Su Barre E Bulloni</i> | 632 |
| | Prove Preliminari | 632 |
| | Prove di collaudo | 633 |
| 8.2 | Dreni | 633 |
| 8.2.1 | <i>Microdreni</i> | 634 |
| 8.2.2 | <i>Trincee Drenanti</i> | 635 |
| 8.2.3 | <i>Pozzi Drenanti</i> | 636 |
| 8.2.4 | <i>Dreni Verticali Prefabbricati</i> | 636 |
| 8.2.5 | <i>Dreni In Sabbia</i> | 637 |
| 8.2.6 | <i>Prove E Controlli</i> | 638 |
| 8.3 | Trattamenti Colonnari | 639 |
| 8.3.1 | <i>Prove Preliminari</i> | 640 |
| 8.3.2 | <i>Sistemi Di Esecuzione Dei Trattamenti</i> | 642 |
| 8.3.3 | <i>Prove E Controlli Di Accettazione</i> | 644 |
| 8.4 | Iniezioni | 646 |
| 8.5 | Misurazione E Contabilizzazione | 649 |
| 8.5.1 | <i>Norme generali</i> | 649 |
| 8.5.2 | <i>Criteri di misura</i> | 650 |
| 9 | NON CONFORMITA' | 651 |
| 9.1 | Collaudo | 651 |
| 9.2 | Manutenzione | 652 |
| 9.3 | Norme E Riferimenti | 652 |
| 9.3.1 | <i>Appendice</i> | 653 |
| | DETTAGLI ESECUTIVI SULLE PROVE PRELIMINARI SUGLI ANCORAGGI | 653 |

| | | |
|------------|--|------------|
| 9.4 | Tipologie Di Pozzi Drenanti | 658 |
| 9.4.1 | <i>Pozzi drenanti a tutta sezione</i> | 658 |
| 9.4.2 | <i>Pozzi ispezionabili</i> | 658 |
| 1.1.2 | <i>Pozzi drenanti con rivestimento strutturale</i> | 659 |
| 10 | MONITORAGGIO IN FASE DI SCAVO | 660 |
| 11 | ALLEGATO 1 - PAVIMENTAZIONI IN CALCESTRUZZO | 661 |

1 DISPOSITIVI DI RITENUTA STRADALE

Al fine di garantire le migliori condizioni di sicurezza passiva per tutti gli utenti della strada e per assicurare la protezione delle zone limitrofe della carreggiata stradale e di impedire la fuoriuscita dei veicoli, senza ridurre il livello di servizio delle strade ed autostrade e la qualità delle loro pertinenze, il Progetto della sistemazione su strada dei dispositivi di ritenuta, redatto da un ingegnere conformemente a quanto richiesto dall'art. 2 del Decreto 18 febbraio 1992 n. 223 e successive modifiche ed integrazioni, oltre a definire le installazioni a protezione di specifiche zone, lungo tratti saltuari dei cigli della piattaforma stradale, in rilevato, sul bordo di opere d'arte (ponti, viadotti, muri di sostegno ecc.), nonché lungo lo spartitraffico centrale delle strade a doppia carreggiata o delle autostrade, secondo le tipologie generali, le classi indicate e con larghezza operativa compatibile con le dimensioni della strada, in base alle caratteristiche e le modalità tecniche costruttive previste, secondo il disposto del D.M. n. 223 del 18 febbraio 1992 e del D.M. n. 2367 del 21 giugno 2004, dovrà valutare gli spazi presenti, quelli da lasciare a tergo del dispositivo, il tipo di supporto e/o di terreno di infissione, che è parte fondamentale della resistenza del dispositivo, inteso come tipo, addensamento e forma, sul quale insisterà l'infissione o altro tipo di collegamento dei paletti della barriera in acciaio, così da poter garantire un equivalente funzionamento del sistema barriera di sicurezza, rispetto a quello ottenuto nei campi prova certificati UNI CEI EN ISO/IEC 17025 dove i dispositivi sono stati testati al vero secondo quanto disposto dalla normativa vigente. Sarà necessario valutare l'interferenza con le altre funzioni della strada, quali la coesistenza di altri dispositivi come le barriere antirumore o i manufatti di attraversamento, studiare le soluzioni adeguate per il collegamento delle nuove barriere di sicurezza con le altre presenti sulla strada e curare lo smaltimento delle acque.

Occorrerà distinguere le installazioni a seconda che si tratti di protezioni da applicare su:

- strade esistenti con sostituzioni o nuova installazione, connessa al degrado degli impianti in essere, con attenzione prioritaria agli spazi utili per il funzionamento del dispositivo di sicurezza, in particolare, la normativa vigente permette, in mancanza di spazio, art. 6 del D.M. 2367 del 21/06/2004: *“Per le strade esistenti o per allargamenti in sede di strade esistenti il progettista potrà prevedere la collocazione dei dispositivi con uno spazio di lavoro (inteso come larghezza del supporto a tergo della barriera) necessario per la deformazione più probabile negli incidenti abituali della strada da proteggere, indicato come una frazione del valore della massima*

deformazione dinamica rilevato nei crash test; detto spazio di lavoro non sarà necessario nel caso di barriere destinate a ponti e viadotti, che siano state testate in modo da simulare al meglio le condizioni di uso reale, ponendo un vuoto laterale nella zona di prova; considerazioni analoghe varranno per i dispositivi da bordo laterale testati su bordo di rilevato e non in piano, fermo restando il rispetto delle condizioni di prova”;

- nuove costruzioni o ampliamenti di strade esistenti ad esse equiparate, in questo caso i dispositivi di ritenuta dovranno essere parte integrante del progetto della strada, il progettista dovrà curare con specifici disegni esecutivi e relazioni di calcolo l’adattamento dei singoli dispositivi alla sede stradale in termini di supporti, drenaggio delle acque, collegamenti tra diversi tipi di protezione, zone di approccio alle barriere, punto di inizio e di fine in relazione alla morfologia della strada per l’adeguato posizionamento dei terminali, interferenza e/o integrazione con altri tipi di barriere.

Tutte le scelte progettuali dovranno essere adeguatamente motivate, le soluzioni adottate dettagliatamente descritte e supportate dagli elaborati grafici redatti in scala adeguata, che compongono il progetto della sistemazione su strada dei dispositivi di ritenuta stradale.

Nel progetto, dopo l’indicazione delle Norme a cui si fa riferimento nella definizione delle soluzioni, saranno prese in esame le valutazioni inerenti:

- classi di resistenza in funzione del tipo di traffico presente e tipologia di strada;
- valutazione dello stato dei luoghi, dello spazio presente e del supporto su cui dovrà insistere il dispositivo di sicurezza in particolare per barriere a nastri e paletti, con la verifica della corrispondenza di comportamento del dispositivo con quello ottenuto nei crash test reali;
- accorgimenti da apportare ai supporti o al dispositivo per ottenere la certezza dell’equivalenza dei comportamenti, qualora difforni da quelli dei crash reali
- lunghezze degli impianti;
- punti di transizioni delle barriere di nuovo impianto con le barriere esistenti con indicazione delle soluzioni previste;
- punti di inizio e fine tratta con i terminali adatti, semplici o speciali;
- individuazione dei punti singolari e loro trattamento specifico.

I dispositivi di ritenuta stradale si distinguono nelle categorie riportate in tabella 1, tutte con marcatura CE tranne quelle specificate.

Tabella 1: Dispositivi di ritenuta stradale

| Categorie | Marcatura CE |
|--|--|
| Barriere di sicurezza laterali | SI |
| Barriere di sicurezza da spartitraffico | SI |
| Barriere di sicurezza per opere d'arte | SI |
| Profili salva motociclisti (SM) | NO – Segue la modifica di prodotto En 1317-5 |
| Terminali speciali di inizio e fine | NO |
| Transizioni tra due barriere di sicurezza di tipo e/o prestazioni diverse | NO |
| Dispositivi per l'assorbimento dell'energia di urto quali attenuatori d'urto, letti d'arresto o simili | SI |
| Sistemi amovibili per chiusura varchi | NO |
| Protezioni imbocchi in gallerie e piazzole di sosta | NO |

1.1 Proprieta' Delle Barriere Di Sicurezza Stradali

- Di seguito sono riportate le principali caratteristiche prestazionali a cui il progettista della sistemazione su strada dovrà far riferimento per la scelta della barriera di sicurezza da adottare nel progetto.

| | |
|--------------------------------------|---|
| A.S.I. - Acceleration Severity Index | Si accettano barriere con A.S.I. delle tre categorie secondo quanto disposto dalla UNI EN 1317. |
| W - Larghezza operativa | Distanza fra il lato rivolto verso il traffico prima dell'urto della barriera di sicurezza e la massima posizione laterale dinamica di una qualunque parte principale della barriera. |

| | |
|--|--|
| W _r - Larghezza operativa ridotta | Per usi su strade esistenti e/o allargamenti in sede il progettista potrà prevedere la collocazione dei dispositivi con uno spazio di lavoro (inteso come larghezza del supporto a tergo della barriera) necessario per la deformazione più probabile negli incidenti abituali. DM 2367/2004. |
| H.I.C. ₁₅ - Head Injury Criteria | Valore ch tiene conto delle accelerazioni nelle tre direzioni che si verificano, durante l'urto, a carico della testa del passeggero, <u>non è obbligatorio</u> , ma costituisce elemento di valutazione aggiuntivo ad integrazione dell'A.S.I... Si consiglia un valore indicativo dell' H.I.C. ₁₅ . inferiore o uguale a 400. |

1.2 Barriere Di Sicurezza - Classe N2

1.2.1 Caratteristiche prestazionali

Sono richieste barriere di sicurezza marcate CE con caratteristiche prestazionali corrispondenti a quelle della classe N2, conformi al D.M. 18/02/92 n° 223 e successive modifiche (D.M. 21/06/2004), di qualsiasi tipo, a nastri e paletti, in acciaio o cemento armato o miste o di altri materiali previsti nei Rapporti di Prova.

Tabella 2: Proprietà barriere di sicurezza BL N2

| Caratteristica prestazionale | Valore di riferimento |
|---|-----------------------|
| Appartenenza alla stessa classe (livello di contenimento) | N2 |

1.3 *Barriere Di Sicurezza - Classe H2*

1.3.1 *Caratteristiche prestazionali*

Sono richieste barriere di sicurezza marcate CE con caratteristiche prestazionali corrispondenti a quelle della classe H2, conformi al D.M. 18/02/92 n° 223 e successive modifiche (D.M. 21/06/2004), di qualsiasi tipo, a nastri e paletti, in acciaio o cemento armato o miste o di altri materiali previsti nei Rapporti di Prova.

Tabella 3: Proprietà barriere di sicurezza BL H2

| Caratteristica prestazionale | Valore di riferimento |
|--|-----------------------|
| Appartenenza alla stessa classe (livello di contenimento) | H2 |
| Larghezza operativa W | ≤170 cm |

1.4 *Barriere Di Sicurezza - Classe H2 Per Varchi*

1.4.1 *Caratteristiche prestazionali*

Sono richieste barriere di sicurezza marcate CE con caratteristiche prestazionali corrispondenti a quelle della classe H2, conformi al D.M. 18/02/92 n° 223 e successive modifiche (D.M. 21/06/2004) o comunque sottoposti con esito positivo alle prove d'urto prescritte dalla Norma ENV 1317-4 e successive modificazioni ed integrazioni, i cui rapporti di prova sono verificati, ai sensi del Decreto Ministeriale 21 giugno 2004 e secondo quanto riportato nella Norma EN1317-2.

Sono sezioni di barriere removibili create specificatamente per i varchi tra le barriere delle carreggiate centrali e/o chiusura di varchi in mezzzeria, permettendone il passaggio dei veicoli d'emergenza; reindirizzare ed evacuare il traffico; utilizzo di cantieri temporanei e manutenzione stradale. Devono essere aperte velocemente, completamente o in parte, a seconda delle esigenze, senza particolari dotazioni.

La fornitura dovrà essere accompagnata dalla Dichiarazione di prestazione e dalla relativa marcatura CE o corrispondente dichiarazione prevista dalla normativa vigente, relativa ai dispositivi nella conformazione in cui saranno forniti ed installati.

L'installazione deve avvenire nel rispetto delle tolleranze previste dalle norme vigenti o dal progettista del dispositivo all'atto della richiesta del certificato di costanza della prestazione del prodotto a base della dichiarazione di prestazione e della conseguente marcatura CE.

Alla fine dei lavori di posa in opera dei dispositivi, entro quindici giorni salvo diversa disposizione contrattuale, il Direttore dei lavori dovrà dare corso ad una specifica accettazione relativa alla fornitura e posa in opera dei dispositivi di ritenuta, tenendo conto sia del contenuto del progetto sia di quanto indicato nel manuale di installazione che dovrà essere conforme alle prescrizioni del Decreto Ministeriale 28 giugno 2011.

Il Direttore dei lavori, fatti salvi gli adempimenti della fase di collaudo, ha facoltà di richiedere all'esecutore dei lavori la documentazione o gli ulteriori accertamenti ritenuti necessari.

Tabella 4: Proprietà barriere di sicurezza BP H2

| Caratteristica prestazionale | Valore di riferimento |
|--|-----------------------|
| Appartenenza alla stessa classe (livello di contenimento) | H2 |
| Prova effettuata con vuoto a tergo simulante il bordo ponte | SI |

1.5 Barriere Di Sicurezza - Classe H3

1.5.1 Caratteristiche prestazionali

Sono richieste caratteristiche prestazionali corrispondenti a quelle della classe H3, conformi al D.M. 18/02/92 n° 223 e successive modifiche (D.M. 21/06/2004), di qualsiasi tipo, a nastri e paletti, in acciaio o cemento armato o miste o di altri materiali previsti nei Rapporti di Prova.

Tabella 5: Proprietà barriere di sicurezza BL H3

| Caratteristica prestazionale | Valore di riferimento |
|------------------------------|-----------------------|
|------------------------------|-----------------------|

| | |
|--|---------|
| Appartenenza alla stessa classe (livello di contenimento) | H3 |
| Larghezza operativa W | ≤170 cm |

Tabella 6: Proprietà barriere di sicurezza SP H3 Nastri e Paletti

| Caratteristica prestazionale | Valore di riferimento |
|--|-----------------------|
| Appartenenza alla stessa classe (livello di contenimento) | H3 |
| Larghezza operativa W | ≤170 cm |

Tabella 7: Proprietà barriere di sicurezza BP H3

| Caratteristica prestazionale | Valore di riferimento |
|--|-----------------------|
| Appartenenza alla stessa classe (livello di contenimento) | H3 |
| Prova effettuata con vuoto a tergo simulante il bordo ponte | SI |

1.6 Barriere Di Sicurezza – Classe H4

1.6.1 Caratteristiche prestazionali

Sono richieste barriere di sicurezza marcate CE con caratteristiche prestazionali minime corrispondenti a quelle della classe H4, conformi al D.M. 18/02/92 n° 223 e successive modifiche (D.M. 21/06/2004), di qualsiasi tipo, a nastri e paletti, in acciaio o cemento armato o miste o di altri materiali previsti nei Rapporti di Prova.

Tabella 8: Proprietà barriere di sicurezza SP H4 Monofilare Nastri e Paletti /Muretto

| Caratteristica prestazionale | Valore di riferimento |
|--|-----------------------|
| Appartenenza alla stessa classe (livello di contenimento) | H4 |

| | |
|-----------------------|---------|
| Larghezza operativa W | ≤170 cm |
|-----------------------|---------|

Tabella 9: Proprietà barriere di sicurezza BP H4 Nastri e Paletti

| Caratteristica prestazionale | Valore di riferimento |
|--|-----------------------|
| Appartenenza alla stessa classe (livello di contenimento) | H4 |
| Prova effettuata con vuoto a tergo simulante il bordo ponte | SI |

Tabella 10: Proprietà barriere di sicurezza SP H4 Bifilare Nastri e Paletti

| Caratteristica prestazionale | Valore di riferimento |
|--|-----------------------|
| Appartenenza alla stessa classe (livello di contenimento) | H4 |
| Larghezza operativa W | ≤170 cm |

1.7 Terminali

1.7.1 Caratteristiche tecniche Terminali Semplici

Il terminale semplice è il tratto di barriera al suo inizio e quello alla sua fine, riportato nei disegni dei rapporti di prova delle diverse soluzioni. Si tratta in genere di interramenti e deviazioni della parte terminale d'inizio, combinate o meno tra loro, senza ancoraggi speciali. Tutte le caratteristiche prestazionali sono riportate nei rapporti di prova.

Qualora il terminale semplice non sia indicato nei documenti dei rapporti di prova, il terminale da adottare potrà essere realizzato con nastro che termina immerso nel terreno e che, nella discesa verso il basso, devia leggermente verso l'esterno della strada (angolo di circa 20°). Nel caso in cui la natura del terreno non permetta l'interramento, il nastro potrà curvare verso l'esterno mantenendo la quota.

1.7.2 Caratteristiche prestazionali Terminali Speciali

I terminali semplici possono essere sostituiti alle estremità di barriere stradali con terminali speciali testati secondo la ENV 1317 - 4 e prEN1317-7. In questo caso la scelta avverrà tenendo conto delle loro prestazioni e della destinazione ed ubicazione.

I terminali speciali dovranno essere attestati alla barriera stradale, sia in acciaio sia in cemento, attraverso un elemento di connessione fornito dal produttore.

Il progettista della sistemazione stradale, potrà utilizzare detti terminali speciali in alternativa agli attenuatori d'urto nei casi di fine dello spartitraffico ed in caso di svincoli stradali.

Il costo dell'elemento di connessione tra la barriera stradale ed il terminale speciale deve essere computato a parte con la voce di elenco prezzi.

1.8 *Transizioni*

Il progettista della sistemazione su strada dovrà ubicare le zone di transizioni in tratti di strada dove sia minore la probabilità di impatto da parte dei veicoli riducendo così al minimo la pericolosità per tutti gli utenti della strada.

1.8.1 *Caratteristiche prestazionali*

Le transizioni, come elementi di collegamento, dovranno avere dimensioni compatibili con le barriere di classi e tipologia diverse; le indicazioni sono riportate nella tabella 11.

Tabella 11: Caratteristiche di accettazione transizioni

| Tipologia | Azioni di verifica |
|---|---|
| Strutturalmente continue (nelle loro parti principali) | Non si richiedono né crash e né calcoli |
| Non strutturalmente continue (nelle loro parti principali) | Si richiede un progetto firmato dal PSS con una delle seguenti opzioni: progettazione geometrica nel caso di transizione semplice; simulazione numerica agli elementi finiti esecuzione di prove di crash al vero. |

Il costo della transizione tra due barriere di sicurezza di tipo e/o prestazioni diverse viene computato con la voce di elenco prezzo relativa alla barriera della classe e/o tipologia più elevata.

1.9 Attenuatori D'urto

1.9.1 Caratteristiche tecniche

Gli attenuatori avranno dimensione confrontabile a quella dell'ostacolo da proteggere o della funzione da svolgere, si dividono in:

| | |
|----------------------------------|--|
| Attenuatori redirettivi (R) | Dispositivi destinati a deviare il veicolo collidente se urtati lateralmente e non frontalmente |
| Attenuatori non redirettivi (NR) | Dispositivi destinati ad arrestare il veicolo in poco spazio e senza danno |
| Attenuatori NR stretti | Generalmente a lati paralleli, da usare come terminali speciali di barriera |
| Attenuatori NR larghi | Generalmente a pianta trapezia, da usare nei punti di cambio di direzione o di uscita, in sostituzione delle attuali cuspidi |

1.9.2 Caratteristiche prestazionali

Gli attenuatori d'urto sono testati secondo la UNI EN 1317 - 3 e marcati CE.

In questo caso la scelta avverrà tenendo conto delle loro prestazioni e della destinazione ed ubicazione, secondo la tabella B riportata all'art. 6 delle Istruzioni Tecniche allegate al D.M. 21.06.2004.

Tabella 12: Proprietà Attenuatori d'Urto

| Velocità imposta nel sito da proteggere | Classe degli attenuatori | Caratteristica prestazionale |
|---|--------------------------|---|
| $v > 130$ km/h | 100 | Lunghezza, larghezza, altezza e caratteristiche dei materiali sono riportate nei Rapporti di Prova. |
| $90 \leq v < 130$ km/h | 80 | |
| $v < 90$ km/h | 50 | |

1.10 Sistemi Amovibili Per Chiusura Varchi

1.10.1 Caratteristiche tecniche

Il sistema amovibili, salvo indicazioni particolari, sarà posizionato sull'asse dello spartitraffico centrale e in ogni caso in maniera che cada all'interno della linea bianca continua del by-pass.

La barriera, testata secondo la EN 1317 - 2 e 4, sarà appoggiata su una pavimentazione in asfalto priva di gradini e quant'altro possa impedire il movimento degli elementi costituenti la suddetta barriera. Il tubo del giunto snodabile dovrà essere rimovibili manualmente. Gli estremi della barriera saranno ancorati secondo le prescrizioni dei rapporti di prova.

1.10.2 Caratteristiche prestazionali

I livelli di contenimento, lunghezza, larghezza, altezza e caratteristiche dei materiali sono riportate nei Rapporti di Prova.

Il costo dell'elemento di connessione tra la barriera ed il sistema amovibile per chiusura varchi deve essere computato a parte con la voce di elenco prezzi.

1.11 Profili Re-Direttivi Per Protezioni Di Inbocchi In Galleria

1.11.1 Caratteristiche tecniche

Dispositivi per la protezione degli imbocchi di galleria o delle piazzole di sosta in galleria; essi dovranno avere uno spazio a tergo sufficiente al loro posizionamento.

Il dispositivo è composto da uno o più elementi di barriera tipo a muretto realizzati come nello schema di seguito specificato, collegati a due blocchi in calcestruzzo sagomati, di dimensioni minime pari a mc 2,75, tramite la barra rullata superiore; inoltre dovranno avere una lunghezza minima di m 6,50 ed altezza max. pari a m 1,00.

| Materiale | Caratteristiche prestazionali |
|--------------|--|
| Calcestruzzo | Classe min. C25/30 con classe di esposizione min. XF2, semplice o debolmente armato fino ad un'incidenza massima di 30 kg/m ³ . |
| Acciaio | Min. S235 JR zincato a caldo con quantità di seguito specifica. |

1.12 Profili Re-Direttivi Per Protezioni Di Muri, Pareti In Gallerie O Trincee

1.12.1 Caratteristiche tecniche

Nei tratti stradali in galleria, è consigliabile l'uso di muretti sagomati re-direttivi rigidi per la redirezione del veicolo in svio ai sensi del D.M. n. 6792 del 5 novembre 2001. La presenza di un vuoto di sicurezza sovrastante il profilo è auspicabile per la salvaguardia degli occupanti dei veicoli.

In particolare la soluzione analoga della sistemazione stradale del profilo re-direttivo in trincea ricostituita non necessita delle prove di crash test reali.

1.13 Reti Parasassi, Antiscavalcamiento E Recinzioni Metalliche

1.13.1 Caratteristiche prestazionali

Possono essere impiegati sistemi integrati alla barriera, purché dotati di appositi sistemi rivolti ad escludere il rischio di espulsioni di singoli componenti in caso d'impatto.

La compatibilità con il dispositivo di sicurezza testato senza la protezione deve essere dimostrata mediante simulazioni numeriche, prove semplificate o crash test al vero che verifichino la non interferenza delle reti e delle parti aggiunte con il funzionamento del dispositivo di sicurezza vero e proprio.

1.14 Zincatura

Ogni elemento dei dispositivi di sicurezza stradali di acciaio dovrà essere protetto, su ogni faccia, da zincatura a caldo eseguita secondo la norma UNI EN ISO 1461, dopo l'avvenuta piegatura ed aggraffatura o saldatura dell'elemento, secondo gli spessori per faccia indicati.

Tale norma indica spessori minimi relativi al processo di zincatura a caldo. La tabella 13 fornisce i valori minimi e medi richiesti dal committente:

Tabella 13: Valori minimi di spessore di zincatura.

| Articolo e suo spessore | Spessore locale del rivestimento (minimo) μm | Massa del rivestimento locale (minima) g/m^2 | Spessore medio del rivestimento (minimo) μm | Massa media del Rivestimento (minima) g/m^2 |
|-------------------------|---|--|--|---|
|-------------------------|---|--|--|---|

| | | | | |
|---------------------------------|----|-----|----|-----|
| Acciaio > 6 mm | 70 | 505 | 85 | 610 |
| Acciaio da > 3 mm a ≤ 6 mm | 55 | 395 | 70 | 505 |
| Acciaio da ≥ 1,5 mm a ≤ 3 mm | 45 | 325 | 55 | 395 |
| Acciaio < 1,5 mm | 35 | 250 | 45 | 325 |

Le lamiere finite dovranno essere esenti da difetti come: soffiature, bolle di fusione, macchie, scalfitture, parti non zincate, ruvidità, punte, ecc.

Per la zincatura sui bulloni, si dovrà fare riferimento alla norma UNI EN ISO 10684.

1.15 Marcatura CE

Il rilascio della Marcatura CE per i dispositivi di ritenuta stradale avviene sulla base della individuazione del sistema applicabile di Valutazione e Verifica della Costanza della Prestazione definito nell'allegato ZA.2 della norma UNI EN 1317-5, sistema 1 tra quelli di attestazione previsti dal Regolamento UE 305/2011.

Il marchio CE non ha scadenza, a meno che ci siano modifiche del progetto, materiali o definizione dei criteri di prova.

La punzonatura degli elementi principali (nastri tripla onda, profilo salva motociclisti, montanti, mancorrenti e distanziatori) e l'etichettatura, definite secondo le indicazioni del committente, sono a carico dell'Aggiudicatario.

1.15.1 Modifica di prodotto

Non possono essere apportate modifiche ai dispositivi marcati CE, ciò comporterebbe una modifica di prodotto.

Nei casi di installazioni dei dispositivi diverse da quelle standard e previste dai manuali di installazione, conseguenti alla natura del supporto e alla morfologia dei margini esterni della strada, è consentito apportare modifiche al dispositivo, ai sensi dell'art. 5 del D.M. 21/06/2004, secondo le indicazioni riportate in tabella 14, allegato A della norma 1317-5.

Tabella 14: Accettazione e verifiche per modifiche di prodotto

| Tipologia | Azioni di verifica |
|--|---|
| (A) Modifica lieve/leggera non influenza le prestazioni del prodotto | Non si richiedono né crash e né calcoli ma indicazioni della modifica riportate su una relazione tecnica a firma del PSS. |
| (B) Modifica moderata Di uno o più elementi del dispositivo | Si richiede un progetto firmato dal PSS con un delle due opzioni: simulazione numerica (ovvero analisi secondo il principio della meccanica computazionale in fase dinamica); qualora con la simulazione di cui non si ottengano risultati apprezzabili si dovranno eseguire prove di crash al vero. |
| (C) Modifica significativa | Si richiede esecuzione di prove di crash al vero. |

1.16 Accettazione Dei Materiali E Controlli

1.16.1 Accettazione e controlli della fornitura

Al momento della consegna della fornitura franco cantiere, l'Appaltatore dovrà trasmettere al committente tutta la documentazione tecnica, amministrativa e contabile e quanto altro necessario per individuare il materiale oggetto della consegna.

Tutta la documentazione è da considerarsi parte integrante della fornitura.

La sua accettazione da parte della D.L. si articola nelle seguenti fasi descritte dettagliatamente in tabella 15, oltre ad ogni ulteriore certificazione prevista dalla vigente normativa di riferimento di settore.

- Il materiale confezionato in colli opportunamente imballati e identificati in modo tale da individuare tutti i componenti costituenti la barriera finita nelle quantità ordinate, è identificato attraverso un codice che lo mette in correlazione con l'ordinativo emesso dal committente.

Tabella 15: Verifica documentazione tecnica e amministrativa

| Fasi | Azioni |
|------|--------|
|------|--------|

| | |
|---|--|
| <p>Verifica processo di produzione (consiste nel recarsi presso l'unità produttiva dell'Azienda eseguendo i seguenti controlli)</p> | <p>Criteria e modalità di applicazione delle procedure/istruzioni operative od altri documenti indicati nel controllo di produzione di fabbrica; Movimentazione, stoccaggio, imballaggio e spedizione dei prodotti che devono essere mantenuti sistematicamente sotto controllo; Identificazione e rintracciabilità del prodotto.</p> |
| <p>Controllo documentazione</p> | <p>Documentazione: Dichiarazione di Prestazione (DoP) per ogni tipologia di dispositivo di sicurezza secondo le prescrizioni della EN 1317-5; Certificato di Conformità CE redatto da Enti di Certificazione; Certificazione di conformità dei materiali impiegati; Schemi di rintracciabilità dei materiali impiegati; Attestato di conformità della qualità dei materiali impiegati; Dichiarazione del processo di zincatura ai sensi della norma UNI EN ISO 1461-2009; Dichiarazione di conformità delle saldature ai sensi della norma UNI EN ISO 3834-2:2006; Distinte dei materiali prodotti; Rapporto di Prova; Manuale di Installazione; Manuale di Manutenzione; Documento di Trasporto; Completezza della fornitura.</p> |

1.16.2 Prove sui materiali

Per ogni specifica partita della fornitura e per tipologia di dispositivo, la D.L. dovrà eseguire il processo di accettazione dei materiali definiti in tabella 16.

Tabella 16: Accettazione dei materiali

| Fasi | Azioni di verifica |
|--|---|
| <p>Controllo di conformità del materiale</p> | <p>Prove sui materiali: Corrispondenza della forma e delle dimensioni; Verifica delle caratteristiche dei materiali</p> |

| | |
|--|---|
| | impiegati; Verifica del rivestimento protettivo. Identificazione del prodotto marcato CE, ai sensi dell'art. 5 delle Istruzioni tecniche del D.M. n. 2367 del 21 giugno 2004 e dell'allegato ZA nelle forme previste al punto ZA.3. |
| <i>Qualora il Direttore dei Lavori riscontri che un qualsiasi materiale non sia adatto all'impiego DEVE chiederne la sostituzione.</i> | |

Relativamente alle prove sui materiali, il Direttore dei Lavori eseguirà un prelievo di ciascun elemento principale componente il dispositivo di sicurezza secondo la tabella A in appendice, in contraddittorio con l'Aggiudicatario.

L'Aggiudicatario ha la facoltà - qualora lo richieda all'atto del prelievo dei campioni - di assistere alle prove o di farsi rappresentare.

In caso di esito negativo, anche su uno specifico elemento di barriera, è necessario eseguire ulteriori prelievi da sottoporre a prove. Per quell'elemento negativo oggetto di controllo, il numero dei prelievi da effettuare deve essere almeno il doppio di quelli oggetto del controllo Tabella A. Sarà onere dell'Aggiudicatario la fornitura di detti campioni e delle nuove prove da eseguir senza che lo stesso possa avanzare alcuna riserva o richiesta di rimborso. Il materiale sarà accettato, su tale nuovi prelievi, qualora il numero delle prove con esito positivo risulti maggiore del 70% del totale delle prove aggiuntive eseguite. In caso di esito negativo l'Aggiudicatario sarà tenuto a sostituire, a sue spese, tutti gli elementi non conformi con altri che rispondano alle caratteristiche richieste. Sui nuovi elementi in sostituzione il Direttore dei Lavori della posa in opera si riserva di eseguire ulteriori verifiche e prove come sopra indicate, a cura e spese dell'Aggiudicatario.

Per irregolarità relative allo spessore delle protezioni anticorrosive che, non concorrano a compromettere le prestazioni della barriera di sicurezza e comunque non superiore al 20% di spessore in meno, si procederà all'applicazione di una sanzione corrispondente ad una riduzione percentuale del prezzo contrattuale del materiale che ha presentato irregolarità pari alla percentuale di spessore mancante rispetto al valore prescritto. Oltre il 20% di spessore di protezione anticorrosiva in meno, come indicato al punto precedente,

l'Aggiudicatario sarà tenuto a sostituire a sue spese i materiali non conformi con altri che rispondano alle caratteristiche richieste.

In ogni caso, i materiali rifiutati dovranno essere immediatamente ritirati e smaltiti a cura e spese dell'Aggiudicatario.

Le sanzioni conseguenti ad eventuali esiti negativi dei controlli e le non conformità sono riportate nei successivi capitoli.

Alla fine di tutti i controlli verranno emessi e sottoscritti dalle parti interessate appositi verbali in duplice copia.

L'Appaltatore, in attesa dei risultati delle prove sui materiali, potrà procedere alla posa in opera del materiale stesso con apposito OdS da parte del Direttore dei Lavori.

Le prove di qualifica eseguite in integrazione alla Marcatura CE, nonché le prove di collaudo o verifica eseguite sui materiali o sui singoli componenti dei dispositivi di ritenuta stradale, dovranno essere effettuate da laboratori accreditati secondo la Norma ISO 17025 da Ente ACCREDIA, da Enti equivalenti europei affiliati all'associazione degli organismi di accreditamento europei EA (<http://www.european-accreditation.org>).

1.16.3 Cantieri di sola Posa in Opera delle barriere stradali

Premesso che rimangono valide tutte le indicazioni riportate nei paragrafi precedenti in particolare, l'Appaltatore della posa in opera provvederà all'apertura degli imballi dei materiali costituenti la barriera solo in presenza del Direttore dei lavori, o un suo rappresentante, per il controllo in contraddittorio della fornitura.

Al termine dei controlli e per ogni specifica partita, la Direzione Lavori provvederà a redigere, in contraddittorio con il Fornitore della barriera e l'Appaltatore della posa, apposito verbale di riscontro del tipo e quantitativo di materiale consegnato e della documentazione in accompagnamento.

1.17 Modalità Di Esecuzione

Il montaggio in opera di tutte le strutture che costituiscono ciascun manufatto del dispositivo di sicurezza sarà effettuato in conformità a quanto previsto nelle informazioni

tecniche e geometriche riportate nel Rapporto di Prova, negli elaborati progettuali e, soprattutto, nel manuale di installazione.

Il costruttore dovrà accertarsi che il prodotto scelto sia testato per le condizioni di installazione di progetto

L'assemblaggio ed il montaggio in opera delle strutture dovrà essere effettuato nei tempi e nei modi concordati con la Direzione Lavori.

Dopo l'installazione dei dispositivi di sicurezza ritenuta stradale, l'Appaltatore dovrà effettuare la ripresa della coppia di serraggio di tutti i bulloni costituenti le unioni, dandone preventiva comunicazione alla Direzione Lavori.

Le azioni di verifica e di controllo da parte del committente sono quelle riportate in tabella 17.

Tabella 17: Azioni di verifica durante la posa in opera di barriere di sicurezza stradali.

| Fasi di lavoro | Azioni di verifica |
|----------------|--|
| Posa in opera | Verificare la configurazione dell'installazione del dispositivo rispetto a quella indicata negli elaborati progettuali e nei Rapporti di Prova; Verificare il corretto posizionamento del dispositivo rispetto il ciglio stradale e/o linea di mezzeria e secondo le altezze riportate nei Rapporti di Prova; Verificare il serraggio dei bulloni. È ammesso il serraggio dei bulloni con chiave pneumatica purché questa venga controllata con chiave dinamometrica, la cui taratura con l'eventuale moltiplicatore dovrà risultare da certificato rilasciato da Laboratorio idoneo. Per i controlli sarà comunque utilizzata una chiave dinamometrica con certificato di taratura. L'Appaltatore dovrà effettuare, alla presenza della Direzione Lavori, delle verifiche sulla coppia di serraggio. Tali coppie sono indicate nei rapporti di prova e/o Manuali di installazione. La frequenza di prova, sarà almeno al 20% del numero totale dei bulloni posti in opera, per ciascuna tipologia. |

| | |
|---|--|
| | <p>La scelta dei bulloni, oggetto di controllo, sarà a totale discrezione della Direzione Lavori.</p> <p>E' opportuno evitare di eseguire i controlli durante le ore più calde (o più fredde) della giornata che potrebbero indurre delle riduzioni apparenti, dovute a fenomeni termici, dell'ordine del $\pm 5\%$.</p> <p>Nel caso la verifica del serraggio dei bulloni non dia esito positivo, si dovrà procedere nel modo che segue:</p> <p>Nel caso la verifica del serraggio dei bulloni non dia esito positivo, si dovrà procedere nel modo come segue:</p> <ul style="list-style-type: none">- nel caso di un bullone non soddisfi i valori di serraggio, verranno controllati anche i valori di serraggio dell'intero elemento. Nel caso questi soddisfino i valori, verrà accettato il serraggio;- in caso contrario, se un secondo bullone non soddisfa i valori di serraggio, le verifiche verranno estese a 2 elementi adiacenti. Nel caso questi soddisfano i valori, il serraggio verrà ritenuto idoneo;- in caso contrario, se un terzo bullone non soddisfa i suddetti valori, sarà necessario il serraggio completo di tutto il tratto in esame. <p>Verifica di resistenza dei tirafondi a discrezione della D.L.</p> <p>La frequenza di prova, sarà almeno al 20% del numero totale dei tirafondi posti in opera, per ciascuna tipologia.</p> <p>Nel caso la verifica di resistenza dei tirafondi non dia esito positivo, la D.L. deciderà le modalità di ripristino.</p> <p>Misurare lo spessore dei materiali; Controllare la presenza dell'esatto spazio a tergo della barriera per il perfetto funzionamento in caso di urto della barriera stessa.</p> |
| <p>Sostituzione totale o parziale di barriera esistente</p> | <p>Lo smontaggio degli elementi (lame, montanti, ecc.) dovrà essere effettuato con cura, senza causare rotture o danni, riducendo al minimo le interferenze ai flussi di traffico della viabilità interessata;</p> <p>Verificare che le banchine in terra, le cunette e i cordoli in calcestruzzo, siano perfettamente ripristinate dall'impresa.</p> |

1.17.1 Corretta posa in opera

Per certificare le azioni di verifica di cui alla tabella 25 , dovrà essere redatto il Certificato di corretta posa in opera, ai sensi dell'art. 5 delle Istruzioni Tecniche del D.M. n. 2367 del 21 giugno 2004, a seguito di una verifica in contraddittorio da parte della ditta installatrice, nella persona del suo Responsabile Tecnico, e dal committente, nella persona del Direttore Lavori.

1.18 Misurazione E Contabilizzazione

L'Appaltatore ha l'onere contrattuale di predisporre in dettaglio, sia per i lavori compensati a corpo che per quelli compensati a misura, tutti i disegni contabili delle opere realizzate e delle lavorazioni eseguite, con l'indicazione (quote, prospetti e quant'altro necessario) delle quantità, parziali e totali, nonché con l'indicazione delle relative operazioni aritmetiche e degli sviluppi algebrici necessari alla individuazione delle quantità medesime, di ogni singola categoria di lavoro attinente l'opera, ovvero la lavorazione interessata.

Tali disegni contabili, da predisporre su supporto informatico e da tradurre, almeno in duplice copia, su idoneo supporto cartaceo, saranno obbligatoriamente consegnati tempestivamente alla Direzione Lavori, per il necessario e preventivo controllo e verifica da effettuare sulla base delle misurazioni, svolte durante l'esecuzione dei lavori, in contraddittorio con l'Appaltatore.

La suddetta documentazione contabile è indispensabile per la predisposizione degli Stati di Avanzamento Lavori (SAL) e per l'emissione delle relative rate di acconto, secondo quanto stabilito in merito per i pagamenti.

Si evidenzia, inoltre, che tale documentazione contabile resterà di proprietà del committente.

Si precisa che:

- I lavori compensati "a misura" saranno liquidati secondo le misure geometriche (ovvero a numero), così come rilevate dalla Direzione Lavori, in contraddittorio con l'Appaltatore, durante l'esecuzione dei lavori;
- I lavori da compensare "a corpo", invece, saranno controllati in corso d'opera attraverso le misure geometriche (ovvero a numero), rilevate dalla Direzione Lavori in

contraddittorio con l'Appaltatore, che verranno confrontate con le quantità rilevabili dagli elaborati grafici facenti parte integrante ed allegati al Contratto di Appalto.

Per quanto riguarda la predisposizione degli Stati di Avanzamento Lavori e l'emissione delle relative rate d'acconto, il corrispettivo da accreditare nei SAL è la parte percentuale del totale del prezzo a corpo risultante da tale preventivo controllo, effettuato a misura, oltre le prescritte trattenute di Legge e le eventuali risultanze negative (detrazioni) scaturite a seguito del Collaudo in corso d'opera.

All'avvenuto completamento di tutte le opere a corpo, risultante da apposito Verbale di constatazione, redatto in contraddittorio con l'Appaltatore, la Direzione Lavori provvederà al pagamento del residuo con le suddette modalità, deducendo le prescritte trattenute di Legge e le eventuali risultanze negative scaturite dalle operazioni e dalle verifiche effettuate dalla Commissione di Collaudo in corso d'opera.

Resta stabilito che, nelle voci di Elenco Prezzi, sono compresi e compensati i dispositivi rifrangenti, accessori e bulloneria varia.

Per le barriere che necessitano di fondazione, sono compresi anche l'onere della formazione dei fori nelle opere di fondazione e del fissaggio dei sostegni con resina per carichi strutturali, marcata CE secondo la Norma Europea ETA, in alternativa con malta cementizia.

Ai fini della contabilità, i costi dei terminali semplici saranno compensati a ml con gli stessi prezzi contrattuali delle barriere stradali.

Nel caso di smontaggio e rimozione di barriera esistente, il materiale rimosso resta di proprietà dell'Aggiudicatario, nel caso in cui la Direzione Lavori non ne richieda il reimpiego.

Infine rimane a cura e spese dell'Aggiudicatario:

- il carico e l'eventuale trasporto e smaltimento in discarica autorizzata;
- il trasporto fino al magazzino/deposito nel caso di riutilizzo da parte del committente.
-

1.18.1 Posa in Opera delle barriere stradali

Sarà a carico dell'Appaltatore della posa in opera l'onere della formazione dei fori nelle opere di fondazione e della fornitura di resina per carichi strutturali, marcata CE secondo la Norma Europea ETA, in alternativa con malta cementizia, per il fissaggio dei tirafondi.

1.19 Non Conformità E Sanzioni

In caso di esito negativo delle prove di accettazione dei materiali, di cui al paragrafo 1.16.2, la partita sarà ritenuta non conforme e la D.L. procederà come in tabella 18.

Tabella 18: Azioni sulla non conformità.

| Non Conformità | Azioni |
|--|--|
| Per irregolarità relative alla qualità dei materiali e alle caratteristiche geometriche degli elementi (spessori, dimensioni, ecc.) e quanto altro possa concorrere, anche in modo parziale, a compromettere la resistenza strutturale. | L'aggiudicatario sarà tenuto a sostituire a sue spese i materiali non conformi con altri che rispondano alle caratteristiche richieste, nei tempi contrattuali stabiliti. |
| Per irregolarità relative allo spessore delle protezioni anticorrosive che, comunque, non concorrano a compromettere le prestazioni dei dispositivi di ritenuta, minore al 20% di spessore in meno ad esclusione delle tolleranze riportate nei manuali di installazione del dispositivo | Il materiale sarà accettato dalla D.L. ma verrà applicata una sanzione economica così ripartita: dal 0,1% al 5,0% in meno di protezione anticorrosiva, una sanzione pari al 2.5% dell'intera FpO; dal 5,1% al 10,0% in meno di protezione anticorrosiva, una sanzione pari al 5% dell'intera FpO; dal 10,1% al 15,0% in meno di protezione anticorrosiva, una sanzione pari al 7.5% dell'intera FpO; dal 15,1% al 19,9% in meno di protezione anticorrosiva, una sanzione pari al 10% dell'intera FpO. |
| Per irregolarità relative allo spessore delle protezioni anticorrosive che, comunque, non concorrano a compromettere le prestazioni dei dispositivi di ritenuta, uguale o superiore al 20% di spessore in meno. | L'Aggiudicatario sarà tenuto a sostituire a sue spese i materiali non conformi con altri che rispondano alle caratteristiche richieste, nei tempi contrattuali stabiliti. |

| | |
|--|--|
| Per irregolarità di corretta installazione dei dispositivi di ritenuta rispetto alle indicazioni del progetto del PSS e del Manuale di Installazione | L'Aggiudicatario, a sua cura e spese, dovrà reinstallarli, avendo cura di ripristinare lo stato dei luoghi, per una nuova e corretta installazione a perfetta regola d'arte, nei tempi contrattuali stabiliti. |
|--|--|

In ogni caso, i materiali rifiutati dovranno essere immediatamente allontanati dal sito di stoccaggio e riciclati o smaltiti a cura e spese dell'Aggiudicatario.

1.20 Collaudo

Il Collaudatore, alla fine dei lavori di realizzazione delle opere, dovrà procedere al collaudo dei dispositivi di ritenuta, allo scopo di accertarne la rispondenza alle indicazioni progettuali.

Dovrà essere messa a disposizione del Collaudatore, tutta la documentazione tecnica, amministrativa e contabile.

Le prove richieste dal Collaudatore saranno a carico dell'Appaltatore.

Nel dettaglio, il collaudatore potrà effettuare:

- Verifica delle caratteristiche geometriche e dimensionali sia del dispositivo sia del supporto
- Verifica delle caratteristiche dei materiali;
- Verifica del corretto serraggio di tirafondi, bulloni e manicotti.

Qualora caratteristiche dell'opera realizzata non rispondano alle specifiche di progetto, l'opera dovrà essere adeguata e resa conforme alle specifiche progettuali, secondo le prescrizioni del Collaudatore.

Il Collaudatore, dopo aver concluso le suddette attività e verificato il rispetto di quanto eventualmente richiesto, provvederà quindi al rilascio del relativo Certificato di collaudo.

1.21 Normativa

Al fine di garantire le migliori condizioni di sicurezza passiva per gli utenti della strada e per assicurare la protezione delle zone limitrofe della carreggiata stradale e di impedirne la fuoriuscita dei veicoli, senza ridurre il livello di servizio delle strade ed autostrade statali e la qualità delle loro pertinenze, i dispositivi di ritenuta stradale dovranno essere progettati, verificati e realizzati a norma della seguente disposizione ed ai relativi aggiornamenti delle istruzioni ad essa allegate:

- Decreto Ministeriale LL.PP. n. 223 del 18 febbraio 1992;
- D.M. n. 2367 del 21 giugno 2004; in particolare il riferimento esplicativo di dettaglio sarà quello della modifica che si collega alla norma europea EN 1317 per ciò che concerne la verifica delle soluzioni da usare e definisce gli impegni del progettista delle sistemazioni su strada;
- D.M. n. 253 del 2011, disposizioni sull'uso e l'installazione dei dispositivi di ritenuta stradale;
- UNI EN 1317-1 terminologia e Criteri Generali dei Metodi di prova;
- UNI EN 1317-2 Classi di prestazione, criteri di accettazione prove d'urto barriere di sicurezza e parapetti;
- UNI EN 1317-3 Classi di prestazione, criteri di accettazione prove d'urto attenuatori d'urto;
- UNI EN 1317-4 Classi di prestazione, criteri di accettazione prove terminali e transizioni;
- UNI EN 1317-5 Marcatura CE; unico requisito ai fini dell'impiego dei dispositivi di sicurezza passivi (per il momento limitandosi alle barriere ed agli attenuatori d'urto);
- Circolare Ministeriale n. 62032 del 21/07/2010, uniforma le norme in materia di progettazione, omologazione e impiego dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali;
- Regolamento (UE) n.305/2011 del Parlamento Europeo e del Consiglio, entrato in vigore dal 1 luglio 2013, che fissa "Condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione che abroga la direttiva 89/106/CEE del Consiglio";
- D.M. del 14 gennaio 2008 "Norme Tecniche per le Costruzioni" punto 5.1.3 "Azioni sui ponti stradali"; nel caso di protezioni da installare su ponti (viadotti, sottovia o cavalcavia, sovrappassi, sottopassi, strade sopraelevate, ecc.).

1.22 Appendice

Di seguito viene riportata la tabella A per i controlli di accettazione dei dispositivi di ritenuta stradale. Per L, espressa in ml, si intende la lunghezza della barriera indicata nell'ordinativo per singola tipologia.

Tabella A: Prelievi

| Elemento | N° MINIMO DI PRELIEVI | | | |
|---------------|-----------------------|----------|----------|----------|
| | L ≤ 500 | L > 500 | L > 1000 | L > 1500 |
| | | L ≤ 1000 | L ≤ 1500 | |
| Distanziatore | 1 | 2 | 2 | 3 |

AUTOSTRADA A31 TRENTO - ROVIGO
TRONCO TRENTO - VALDASTICO - PIOVENE ROCCHETTE

| | | | | |
|--|---|---|---|---|
| Nastro | 1 | 1 | 2 | 3 |
| Corrimano C/U | 1 | 1 | 1 | 2 |
| Rinforzo palo | 1 | 1 | 2 | 2 |
| Tirante/Barra | 1 | 1 | 1 | 2 |
| Palo | 1 | 2 | 3 | 3 |
| Diagonale | 1 | 1 | 2 | 2 |
| Tirafondi | 1 | 1 | 1 | 2 |
| Bulloneria completa (per tipologia) | 2 | 2 | 3 | 4 |
| Barriera tipo New Jersey | 1 | 1 | 1 | 1 |

Prescrizioni:

Il Costruttore dovrà, altresì:

- curare il dettaglio del punto di aggancio/infissione delle barriere di sicurezza: il piano di posa delle barriere bordo ponte e la quota di infissione delle barriere dovranno essere conformi alle condizioni di crash-test (generalmente alla quota del piano di scorrimento dei veicoli); eventuali scostamenti dovranno essere

motivati e giustificati con adeguate relazioni di calcolo entro i limiti consentiti dalle norme vigenti;

- evidenziare che le modalità di esecuzione delle prove di crash-test dovranno riprodurre le condizioni previste di installazione (es. infissione sulla pavimentazione sul conglomerato bituminoso, ove previsto dal progetto, anziché sul rilevato stradale).

2 Segnaletica Stradale

La segnaletica stradale è disciplinata da norme cogenti che descrivono l'insieme delle regole sulle quali deve essere basata l'azione degli Enti ai quali è affidata la gestione delle strade dello Stato, in particolare:

l'art. 14 del Nuovo Codice della Strada, relativamente ai poteri e ai compiti degli Enti responsabili dell'apposizione e manutenzione della segnaletica prescritta;

l'intero Capo II del Titolo II del Decreto Legislativo 285/92 e s.m.i.;

- le corrispondenti norme del Regolamento di esecuzione e di attuazione (Capo II del Titolo II del DPR 495/92 e s.m.i.).

Le imprese appaltatrici, esecutrici o affidatarie, che instaurano un rapporto con il committente per forniture o esecuzione di lavori inerenti la segnaletica stradale, **sono obbligate ad osservare le norme cogenti che disciplinano la materia e che regolano la predisposizione, l'apposizione, l'installazione dei prodotti e dei dispositivi** oggetto del rapporto stesso.

In merito alle norme tecniche relative ai prodotti utilizzati per realizzare gli "impianti segnaletici", il CEN (Comitato Europeo di Normazione), su indirizzo della Commissione Europea, ha privilegiato le prove di tipo prestazionale rispetto alla mera caratterizzazione fisico-chimica dei prodotti e dispositivi per la segnaletica stradale, lasciando alle singole amministrazioni la facoltà di integrare nei documenti contrattuali anche le prove con cui tradizionalmente si qualificano i materiali forniti dall'appaltatore. In tal caso, relativamente ai prodotti in cui è prevista l'apposizione del marchio "CE", la finalità del controllo da parte del Committente è una verifica della permanenza delle caratteristiche del prodotto dichiarate nel certificato rilasciato dall'Organismo Notificato: è l'accertamento della presenza nei lotti/partite fornite della cosiddetta impronta digitale del prodotto (*fingerprinting*). **Nei casi in cui prodotti non sono soggetti a certificazione "CE", il Committente può determinare liberamente i criteri, le modalità e la frequenza dei controlli necessari.**

In tale contesto, sono comunque ancora valide le norme nazionali per i prodotti e i dispositivi non coperti da norme armonizzate, in particolare i vincoli e le modalità di impiego dei segnali o dispositivi segnaletici di cui all'art. 45, c. 6, del Codice, per i quali è

obbligatorio ricorrere a prodotti omologati o approvati ai sensi dell'art. 192 del Regolamento di esecuzione e attuazione del Nuovo Codice della Strada.

Il Regolamento n. 305/2011 del Parlamento Europeo e del Consiglio, il Regolamento per i prodotti da costruzione (CPR - *Construction Products Regulation*), prescrive che **“la marcatura CE dovrebbe essere l'unica marcatura che attesta che il prodotto da costruzione è conforme alla prestazione dichiarata e risponde ai requisiti applicabili relativi alla normativa di armonizzazione dell'Unione**. Possono essere utilizzate anche altri prodotti purchè siano conformi ad una Valutazione Tecnica Europea (ETA - *European Technical Approval*), con marcatura CE associata alla Dichiarazione di Prestazione (DoP) a condizione che contribuiscano a migliorare la protezione degli utenti finali dei prodotti da costruzione e non siano contemplate dalla normativa esistente di armonizzazione dell'Unione”. Inoltre, “per evitare inutili prove sui prodotti da costruzione la cui prestazione sia stata già sufficientemente dimostrata da prove che abbiano fornito risultati stabili o da altri dati esistenti, il fabbricante dovrebbe essere autorizzato a dichiarare, alle condizioni stabilite nelle specifiche tecniche armonizzate o in una decisione della Commissione, un certo livello o una certa classe di prestazione senza prove o senza prove ulteriori”. Il Regolamento 305/2011 rappresenta, ad oggi, il quadro legislativo più avanzato per quanto riguarda i prodotti da costruzione ed essendo un Regolamento non ha bisogno di recepimento da parte degli Stati membri: **le prescrizioni ivi stabilite sono immediatamente efficaci e vincolanti nei paesi membri dell'Unione**.

Il committente, in coerenza con le prescrizioni derivanti dalla legislazione comunitaria, ha organizzato il suo sistema di controlli in modo da privilegiare e implementare la verifica degli aspetti prestazionali degli impianti segnaletici realizzati, anche con l'utilizzo di mezzi per il rilievo dei dati ad alto rendimento, pur non rinunciando alle verifiche prescrittive quando ritenute necessarie ovvero al controllo dell'identità dei prodotti forniti, a fronte di incongruenze riscontrate in fase di campionamento a piè d'opera e/o in fase esecutiva dei lavori.

La segnaletica stradale oggetto del presente Capitolato comprende, in ordine, la segnaletica orizzontale, la segnaletica verticale e la segnaletica complementare. La segnaletica di cantiere è parzialmente trattata, limitatamente alla segnaletica orizzontale temporanea e alla segnaletica verticale, mentre la segnaletica luminosa e quella a messaggio variabile sono oggetto di uno specifico Capitolato.

Il presente Capitolato Speciale di Appalto specifica, oltre ai requisiti, le caratteristiche prestazionali, le modalità di accettazione e di controllo dei materiali, anche le prestazioni

attese nel tempo e le modalità di verifica della funzionalità complessiva della segnaletica posta in opera.

Il Capitolato è organizzato per descrivere le caratteristiche prestazionali dei prodotti utilizzati per realizzare l'impianto segnaletico, inteso come l'insieme coordinato e coerente delle varie tipologie di segnali (orizzontali, verticali e complementari) che rispondono alla logica del "progetto di segnalamento" che è lo strumento prescritto dalla norma cogente (art. 77, comma 2, del Regolamento di attuazione del NCS) "*indispensabile per organizzare nel modo più congruo e razionale le informazioni utili e necessarie a garantire la sicurezza nella guida*".

Il progetto di segnalamento sarà impostato anche sui dati rilevati dal database del Catasto Stradale di ANAS SpA in cui sono censiti i vari elementi costituenti la segnaletica stradale. I dati del progetto di segnalamento andranno a loro volta ad incrementare il database del Catasto, in un processo di implementazione biunivoca, continua ed integrata, del sistema. Il catasto sarà implementato anche dai dati delle rilevazioni periodiche ad alto rendimento e a carattere puntuale sulle caratteristiche prestazionali dei segnali stradali, realizzate dai tecnici del CSS e dai tecnici degli Uffici Territoriali della Società (*Gestione del sistema segnaletico installato sulla rete stradale e autostradale nazionale gestita da ANAS S.p.A.*).

Il presente Capitolato Speciale di Appalto è suddiviso in tre macro paragrafi, suddivisi a loro volta in paragrafi e sottoparagrafi in funzione dei prodotti e dispositivi prescritti attualmente disponibili sul mercato:

| | |
|---|-----------------------------|
| A | - SEGNALETICA ORIZZONTALE |
| B | - SEGNALETICA VERTICALE |
| C | - SEGNALETICA COMPLEMENTARE |

2.1 Segnaletica Orizzontale

2.1.1 Segnaletica orizzontale realizzata con pittura a base di resina alchidica o acrilica a solvente organico

Articoli di Elenco Prezzi correlati:

| | |
|----------|---|
| H.01.001 | Segnaletica orizzontale di nuovo impianto con vernice rifrangente a base solvente |
| H.01.002 | Segnaletica orizzontale di ripasso con vernice rifrangente a base solvente |
| H.01.026 | Cancellazione di segnaletica orizzontale con impiego di attrezzatura abrasiva |

2.1.1.1 Caratteristiche prestazionali

Tabella 1: Caratteristiche prestazionali* delle pitture a solvente organico

| PRESTAZIONI | CONDIZIONI DI MISURA | CLASSI DI PRESTAZIONE | VALORI MINIMI | |
|---|-------------------------------------|---|---------------|------------------|
| Visibilità notturna (RL) per la segnaletica di colore bianco e giallo | In condizioni asciutte | (R3) | ≥ 150 | mcd lux- 1m-2 |
| | In condizioni asciutte: giallo** | (R5) | ≥ 300 | |
| | In condizioni di bagnato | (RW2) | ≥ 35 | |
| | In condizioni di pioggia | (RR1) | ≥ 25 | |
| Visibilità diurna (Qd) | Segnaletica bianca asciutta | (Q2) | ≥ 100 | mcd lux- 1m-2 |
| | Segnaletica gialla asciutta | (Q1) | ≥ 80 | |
| Resistenza al derapaggio | Segnaletica bagnata | (S1) | ≥ 45 | SRT |
| Fattore di luminanza (β) | Segnaletica bianca asciutta | (B4) | ≥ 0,50 | - |
| | Segnaletica gialla asciutta | (B3) | ≥ 0,40 | |
| Colore (Coordinate cromatiche)*** | x | Sempre all'interno dei box prescritti per ciascun colore | | |
| | y | | | |

* Caratteristiche prestazionali, previste dalla norma UNI EN 1436

** Punto 3.2.3 del Decreto del 10/07/2002 del MIT (S.O. G.U. n. 226/2002): "Per quanto riguarda la segnaletica orizzontale (**temporanea**) occorre riferirsi alla norma UNI EN 1436 **con obbligo di garantire** la classe R5 per le strade di tipo A, B e D e classe R3 o R5 per gli altri tipi di strade".

*** La tabella con le coordinate cromatiche previste dalla UNI EN 1436 e il relativo grafico sono riportati in Appendice, Sottoparagrafo 12.7

2.1.1.2 Caratteristiche fisico-chimiche

Si tratta di pittura costituite da leganti (resine alchidiche e cloroacchiù – resine acriliche), da solventi (soprattutto toluene, esteri, chetoni e acetati), da cariche, pigmenti e microsfele (per le pitture premiscelate). Le sostanze che evaporano (solventi volatili) variano dal 15% al 30% della vernice, mentre la percentuale dei prodotti non volatili varia dal 70% all'85%. Il

tempo di essiccazione si aggira sui 30 minuti. La durata media prevista per la pittura a solvente è di circa 6 mesi, al termine dei quali dovrebbero essere intrapresi nuovamente i lavori per la manutenzione della striscia stesa sul manto stradale ovvero, se necessario, alla rimozione delle tracce residue e alla nuova stesa del prodotto. La pittura da impiegare dovrà essere del tipo rifrangente, cioè contenere sfere di vetro premiscelate durante il processo di fabbricazione (il diametro delle sfere è generalmente, ma non obbligatoriamente, compreso nell'intervallo $63 \div 212$ micron). In fase di applicazione della pittura, al fine di ottenere le classi di prestazione di RL prescritte nella Tabella n. 1, dovranno essere contemporaneamente postspruzzate microsfere di vetro di granulometria media (granulometrie configurabili nei seguenti intervalli: $125 \div 600$, $300 \div 600$ oppure $125 \div 850$ micron). In merito alle caratteristiche prestazionali delle microsfere di vetro da premiscelare e da post-spruzzare, si veda il paragrafo 2.6 del presente Capitolato. Durante l'applicazione delle microsfere di vetro postspruzzate si dovrà limitare l'azione di quegli elementi perturbatori che influiscono sul grado d'affondamento delle microsfere, quali il vento, l'elevata umidità, l'alta temperatura e il periodo intercorrente tra l'applicazione della pittura e la postspruzzatura delle microsfere di vetro. Sarà d'obbligo quindi proteggere dal vento il sistema d'applicazione delle microsfere di vetro in fase di postspruzzatura e ridurre al minimo il periodo intercorrente tra l'applicazione della pittura e l'applicazione delle microsfere di vetro. Inoltre, in fase d'applicazione, bisognerà evitare i sovradosaggi che tendono a ingrigire la striscia segnaletica.

Per la pittura bianca il pigmento inorganico è costituito da biossido di titanio con o senza aggiunta di ossido di zinco. Pur non entrando in merito alla natura delle cariche contenute nel prodotto verniciante, queste dovranno comunque, per qualità forma e dimensioni, contribuire a migliorare le caratteristiche di resistenza meccanica dello strato di pittura applicata, e in particolare a rendere meno scivolosa la segnaletica orizzontale realizzata, con valori di aderenza che non si discostino da quelli rilevati nella pavimentazione limitrofa (la striscia di pittura dovrà comunque avere un valore SRT ≥ 45 corrispondente al valore minimo di SRT prescritto nella Tabella n. 1 del presente CSA).

Per la pittura gialla il pigmento dovrà essere alternativo al cromato di piombo che, l'Unione Europea ha inserito tra le sostanze vietate e soggette a preventiva autorizzazione. La classificazione del cromato di piombo è rilevabile nel Regolamento dell'Unione Europea del 14 febbraio 2012, n. 125/2012 (Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea del 15 febbraio 2012 n. L41).

La pittura non dovrà scolorire sotto l'azione dei raggi UV. Il solvente o le miscele di solventi utilizzati, dovranno facilitare la formazione di una striscia omogenea e priva di difetti (la

pittura dovrà aderire tenacemente alla superficie stradale); inoltre dovranno evaporare rapidamente senza attaccare il sottostante legante bituminoso. La pittura dovrà essere omogenea, ben macinata e di consistenza liscia e uniforme, non dovrà fare crosta né diventare gelatinosa od inspessirsi; dovrà consentire la miscelazione nel recipiente contenitore senza difficoltà, mediante l'uso di una spatola. La pittura non dovrà assorbire grassi, oli e la sua composizione chimica dovrà essere comunque idonea a resistere all'affioramento del legante bituminoso.

2.1.1.3 Prove di laboratorio

La caratteristiche fisico-chimiche delle pitture a solvente organico sono riportate nella successiva Tabella n. 2. Le prove elencate sono quelle usualmente applicate per caratterizzare le pitture spartitraffico realizzate dai produttori per il committente. In assenza di norme armonizzate di riferimento per le pitture a solvente - la nuova FprEN 1871 è una pre-norma armonizzata ancora in fase di approvazione da parte del CEN che include la procedura di certificazione dei prodotti segnaletici e l'apposizione del marchio "CE" - i parametri richiesti sono vincolanti per la fornitura dei prodotti per la segnaletica orizzontale.

Tabella 2: Caratteristiche fisico-chimiche delle pitture a solvente organico

| PROVA | VALORE RICHiesto | UNITA' DI MISURA/TOLLERANZA/METODO DI VALUTAZIONE | NORMA |
|--|--------------------------|---|---------------------------------|
| Potere coprente (rapporto di contrasto) | 98% | Rb/Rw | UNI ISO 3905 UNI EN ISO 2814 |
| Resa superficiale | $\geq 1,2 \div \leq 1,5$ | m ² /kg | ASTM D 1475 |
| Densità (Massa volumica) | $\geq 1,7$ | kg/l ($\pm 0,1$ kg/l) | - |
| Aggiunta di diluente | ≤ 4 | % in peso | ASTM D 711 |
| Tempo di essiccamento | ≤ 30 | Minuti primi | ASTM D 562 |
| Viscosità | $\geq 70 \div \leq 90$ | Unità Krebs (± 5 UK) | ASTM D 1644 |
| Contenuto di materie non volatili | $\geq 70 \div \leq 85$ | % in peso | FTMS 141a-4021.1 |
| Contenuto di pigmenti e cariche | $\geq 35 \div \leq 45$ | % in peso | ASTM D 1394-76 |
| Contenuto di biossido di titanio in pitture di colore bianco | ≥ 14 | % in peso | ASTM D 543 |
| Resistenza agli agenti chimici * | Nessuna | Valutazione visiva | |

| | | | |
|----------------------------|---|---|------------------------|
| | alterazione | | |
| Resistenza all'abrasione** | Il segnale deve essere ancora visibile al termine della prova | Valutazione visiva e perdita % in peso | UNI 10559 |
| Resistenza ai raggi UVB | Nessuna alterazione | Valutazione visiva e misura, prima e dopo la prova di esposizione, delle Coordinate cromatiche e del Fattore di luminanza | UNI EN 1871 4.1.4.3 |

* Lubrificanti, carburanti, cloruro di calcio, cloruro di sodio La prova consiste nel lasciar stagionare per 7 giorni 6 provini metallici su cui è stato steso un film di pittura di 250 µm ed infine sottoporli a 2 immersioni di 30' ciascuna al termine delle quali non si deve rilevare visivamente alcuna alterazione.

** Sottoparagrafo 12.11 – Prove sulle pitture a solvente.

2.1.1.4 Sostanze pericolose

Le sostanze, siano esse liquide, gassose o solide, sono considerate pericolose quando costituiscono un rischio per la salute o la sicurezza dei lavoratori e sono causa di inquinamento ambientale.

Sono considerate sostanze pericolose i solventi presenti nelle pitture alchidiche e acriliche, soprattutto toluolo e xilolo, i solventi aromatici, esteri e acetati. I solventi sono utilizzati in miscela tra loro ed evaporano più o meno velocemente una volta stesa la pittura, invero non se ne trova traccia nel film asciutto

La Direzione Generale della Commissione Europea per l'Ambiente, consiglia una progressiva riduzione dei componenti organici volatili (VOC - Volatiles Organic Compound) presenti nelle pitture a solvente non acquoso, per i loro effetti sull'ambiente. In merito ai pigmenti cancerogeni, si è sopra accennato al divieto d'uso del cromato di piombo nelle pitture per segnaletica stradale temporanea. Il [Regolamento n. 125/2012 del 14 febbraio 2012](#) (G.U. dell'Unione Europea L41 del 15/02/2012) che modifica l'allegato XIV del REACH (Registration, Evaluation, Authorisation of Chemicals), ha inserito il **cromato di piombo** tra le sostanze cancerogene e quindi tale pigmento non deve essere utilizzato nei prodotti segnaletici forniti al committente.

In sede di fornitura dei contenitori di pittura alchidica o acrilica a solvente organico, l'appaltatore deve fornire alla DL tutti i documenti più specificamente indicati nel paragrafo 5 del presente CSA.

Inoltre, la ditta fornitrice si impegna a rispettare tutte le norme vigenti in materia di classificazione, imballaggio ed etichettatura per l'utilizzo di preparati pericolosi (vernice e diluente). Le pitture saranno confezionate in fustini nuovi (di tipo omologato nel pieno rispetto della normativa ADR) con coperchio ad apertura completa e del peso massimo di kg 30. Lo smaltimento dei contenitori vuoti dei prodotti utilizzati nell'ambito dei lavori di segnaletica stradale, così come lo smaltimento dei residui prodotti dalla pulizia delle macchine traccialinee e di tutte le attrezzature di supporto, sarà a cura e a spese dell'esecutore del lavoro (l'appaltatore). I residui dei prodotti utilizzati per realizzare la segnaletica orizzontale, sono da considerare rifiuti speciali pericolosi quando il prodotto è classificato pericoloso ai sensi delle disposizioni di cui alle direttive 67/548/CEE e 1999/45/CE e/o del Regolamento (CE) 1272/2008 (CLP) e successive m.e i.. Il prodotto in tale caso dovrà essere dotato di una scheda dati di sicurezza conforme alle disposizioni del Regolamento (CE) 1907/2006 e successive modifiche. La pericolosità dei rifiuti deve essere dichiarata dal fabbricante in base alle disposizioni legislative vigenti. Dello specifico prodotto dovrà essere fornita la scheda di sicurezza in occasione della fornitura a piè d'opera. Lo smaltimento dei residui deve essere affidato ad una società autorizzata alla gestione di tale tipologia di rifiuti, nel rispetto della normativa nazionale e di quella eventualmente disposta a livello locale. Come prescritto (art. 96, comma 1, lettera f, del D.Lgs. 81/2008), le imprese appaltatrici, esecutrici o affidatarie, curano le condizioni di rimozione dei materiali pericolosi, previo, se del caso, coordinamento con il Responsabile Unico del Procedimento. Della conformità alle norme in vigore e della regolarità delle procedure di smaltimento, l'appaltatore dovrà darne evidenza documentale all'Ente Appaltante (v. sottoparagrafo 5.5 del presente CSA).

In merito ad eventuali responsabilità, come è noto, il fabbricante il prodotto non si assume responsabilità per l'uso improprio della pittura da parte dell'applicatore. L'applicatore deve assicurarsi della idoneità e completezza delle informazioni contenute nella scheda di sicurezza in relazione allo specifico uso del prodotto. **Poiché l'uso del prodotto non cade sotto il diretto controllo del fabbricante, è obbligo dell'utilizzatore osservare le leggi e le disposizioni vigenti in materia di igiene e sicurezza.**

2.1.2 Segnaletica orizzontale realizzata con pitture a base di resina acrilica a solvente acquoso

2.1.2.1 Caratteristiche prestazionali

Tabella 3: Caratteristiche prestazionali* delle pitture acriliche in emulsione acquosa

| PRESTAZIONI | CONDIZIONI DI MISURA | CLASSI DI PRESTAZIONE | VALORI MINIMI | |
|--|----------------------------------|--|---------------|-------------------------------------|
| Visibilità notturna (R_L) per la segnaletica di colore bianco e giallo | In condizioni asciutte | (R3) | ≥ 150 | $\text{mcd lux}^{-1} \text{m}^{-2}$ |
| | In condizioni asciutte: giallo** | (R5) | ≥ 300 | |
| | In condizioni di bagnato | (RW2) | ≥ 35 | |
| | In condizioni di pioggia | (RR1) | ≥ 25 | |
| Visibilità diurna (Q_d) | Segnaletica bianca asciutta | (Q3) | ≥ 130 | $\text{mcd lux}^{-1} \text{m}^{-2}$ |
| | Segnaletica gialla asciutta | (Q2) | ≥ 100 | |
| Resistenza al derapaggio | Segnaletica bagnata | (S1) | ≥ 45 | SRT |
| Fattore di luminanza (β) | Segnaletica bianca asciutta | (B4) | $\geq 0,50$ | - |
| | Segnaletica gialla asciutta | (B3) | $\geq 0,40$ | |
| Colore (Coordinate cromatiche)*** | x | Sempre all'interno dei box prescritti per ciascun colore | | |
| | y | | | |

* Caratteristiche prestazionali, previste dalla norma UNI EN 1436

** Punto 3.2.3 del Decreto del 10/07/2002 del MIT (S.O. G.U. n. 226/2002): "Per quanto riguarda la segnaletica orizzontale (temporanea) occorre riferirsi alla norma UNI EN 1436 con obbligo di garantire la classe R5 per le strade di tipo A, B e D e classe R3 o R5 per gli altri tipi di strade"

*** La tabella con le coordinate cromatiche previste dalla UNI EN 1436 e il relativo grafico sono riportati in Appendice, Sottoparagrafo 12.7

2.1.2.2 Caratteristiche fisico-chimiche

Questa pittura si distingue da quella a solvente per l'assenza di sostanze pericolose, infatti non contiene alcun solvente, ma resine acriliche in emulsione acquosa. In tal modo l'utilizzo di questo tipo di pittura riduce i problemi di smaltimento dei rifiuti. L'assenza di solventi risolve anche i problemi di sicurezza legati all'infiammabilità. Il tempo medio di

essiccazione del prodotto raggiunge i 30 minuti. Pitture all'acqua di recente produzione hanno tempi di essiccamento inferiori. Tuttavia la formazione del film di pittura non sempre è così veloce, infatti se si considerano le operazioni di applicazione in condizioni estreme, cioè in giornate umide e fredde, le pitture in emulsione acquosa, una volta stese, incontrano forti difficoltà ad allontanare l'acqua ed a favorire l'adesione tra le particelle costituenti la fase dispersa (coalescenza). Di conseguenza, in fase di stesa si deve tenere conto delle condizioni atmosferiche. I parametri più importanti (fattori di disturbo per la perfetta riuscita dell'impianto segnaletico), da prendere in considerazione (e quindi da evitare) durante la stesa in quanto influenzeranno il tempo di essiccazione del prodotto, sono i seguenti:

- bassa temperatura dell'aria;
- bassa temperatura del terreno;
- elevata umidità relativa;
- punto di rugiada;
- presenza di pioggia.

Tali fattori di disturbo sono compensati dai vantaggi che il prodotto segnaletico offre, come i minori rischi per la salute e la sicurezza dei lavoratori e dell'ambiente; l'assenza di solvente organico rispetto alle pitture tradizionali; le riconosciute prestazioni su strada conformi alle prescrizioni della norma europea di riferimento; la durabilità del prodotto; l'applicabilità su superfici stradali in varie condizioni di usura; l'applicabilità sulla vecchia segnaletica previa accurata pulizia delle superficie.

La pittura acrilica ad emulsione acquosa non deve essere applicata con temperatura dell'aria maggiore di 40 °C o inferiore a 10 °C. Qualche giorno prima della stesa è comunque opportuno pulire il tracciato (alcuni produttori consigliano la pulizia con getti d'acqua) e, contemporaneamente alla stesa, utilizzare un soffiante per aria prima della pistola erogatrice del prodotto per eliminare la polvere residua e gli eventuali aggregati. La qualità e la pulizia del substrato influenzeranno l'adesione del prodotto. La pittura da impiegare dovrà essere del tipo rifrangente con le sfere di vetro postspruzzate durante le operazioni di stesa. In fase di applicazione della pittura, al fine di ottenere le classi di prestazione di RL prescritte nella Tabella n. 3, dovranno essere contemporaneamente postspruzzate le microsfele di vetro di granulometria media (*granulometrie configurabili*)

nei seguenti intervalli: 125 ÷ 600, 300 ÷ 600 oppure 125 ÷ 850 micron). Le microsfere di vetro dovranno essere trattate in superficie in quanto destinate ad essere applicate nei prodotti segnaletici a base di acqua. Il trattamento suggerito è un doppio rivestimento sia per l'adesione sia per la flottazione. Per uno spessore medio (ca. 350 micron) della segnaletica orizzontale di tipo 1* dovranno essere diffuse sul prodotto circa 350 g/m² di microsfere di vetro appartenenti ad una delle granulometrie sopra indicate.

* La norma UNI EN 1436, al punto 3.7, definisce la segnaletica orizzontale di tipo I e la segnaletica di tipo II. La segnaletica di tipo II è un tipo di segnaletica che presenta notevoli valori di R_L in condizioni di strada bagnata o di pioggia, caratteristiche non necessariamente riscontrabili nella segnaletica di tipo I.

In merito alle caratteristiche prestazionali delle microsfere di vetro da premiscelare e da post-spruzzare, si veda il paragrafo 62.6 del presente Capitolato.

Le microsfere di vetro postspruzzate svolgano una efficiente funzione di guida agli autoveicoli nelle ore notturne, sotto l'azione della luce dei fari. Le microsfere di vetro si attivano dopo l'essiccamento e dopo l'esposizione dello strato superficiale all'usura del traffico.

Per la **pittura bianca** il pigmento inorganico dovrà garantire la colorazione secondo le caratteristiche colorimetriche indicate nella UNI EN 1436. Per quanto concerne le cariche contenute nel prodotto verniciante, queste dovranno, per qualità, forma e dimensioni, contribuire a migliorare le caratteristiche di resistenza meccanica dello strato di pittura applicata, e in particolare a renderla meno scivolosa, con valori di aderenza (SRT) che non si discostino da quelli rilevati nella pavimentazione limitrofa (la striscia di pittura dovrà comunque avere un valore SRT ≥ 45 corrispondente al valore minimo di SRT indicato per i prodotti per la segnaletica orizzontale a base di emulsione acquosa).

La **pittura bianca** non dovrà scolorire sotto l'azione dei raggi UV. L'emulsione acquosa, dovrà facilitare la formazione di una striscia longitudinale omogenea e priva di difetti (la pittura dovrà aderire tenacemente alla superficie stradale), inoltre dovrà evaporare rapidamente senza attaccare il sottostante legante bituminoso. La pittura dovrà essere omogenea, ben macinata e di consistenza uniforme, non dovrà fare crosta né diventare gelatinosa od ispessirsi; dovrà consentire la miscelazione nel recipiente contenitore senza

difficoltà, mediante l'uso di una spatola. La pittura non dovrà assorbire grassi, oli ed altre sostanze tali da causare la formazione di macchie e la sua composizione chimica dovrà essere tale che, applicata sulla pavimentazione stradale, anche nei mesi estivi, non presenti tracce di inquinamento da sostanze bituminose, e non dovrà permettere l'affioramento del legante bituminoso.

Per la **pittura bianca**, il pigmento inorganico è costituito da biossido di titanio con o senza aggiunta di ossido di zinco. Pur non entrando in merito alla natura delle cariche contenute nel prodotto verniciante, queste dovranno comunque, per qualità forma e dimensioni, contribuire a migliorare le caratteristiche di resistenza meccanica dello strato di pittura applicata, e in particolare a rendere meno scivolosa la segnaletica orizzontale realizzata, con valori di aderenza che non si discostino da quelli rilevati nella pavimentazione limitrofa.

Per la **pittura gialla**, il pigmento è costituito da un pigmento alternativo al cromato di piombo che, recentemente, l'Unione Europea ha inserito tra le sostanze vietate e soggette a preventiva autorizzazione. La classificazione del cromato di piombo è rilevabile nel Regolamento dell'Unione Europea del 14 febbraio 2012, n. 125/2012 (Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea del 15 febbraio 2012 n. L41.). Anche la pittura gialla dovrà essere omogenea, ben macinata e di consistenza liscia e uniforme, non dovrà fare crosta né diventare gelatinosa od inspessirsi; dovrà consentire la miscelazione nel recipiente contenitore senza difficoltà, mediante l'uso di una spatola. La pittura non dovrà assorbire grassi, oli e la sua composizione chimica dovrà essere comunque idonea a resistere all'affioramento del legante bituminoso.

2.1.2.3 Prove di laboratorio

Le caratteristiche fisico-chimiche dei materiali utilizzati nelle pitture a solvente acquoso sono riportate nella successiva Tabella n. 4. Le prove elencate sono quelle usualmente applicate per caratterizzare le pitture spartitraffico realizzate dai produttori per il committente. In assenza di norme armonizzate di riferimento per le pitture in solvente acquoso - la nuova FprEN 1871 è una pre-norma armonizzata ancora in fase di approvazione - i parametri richiesti sono vincolanti per la fornitura dei prodotti per la segnaletica orizzontale.

Tabella 4: Caratteristiche fisico-chimiche delle pitture acriliche a solvente acquoso

| PROVA | VALORE RICHIESTO | UNITA' DI MISURA/TOLLERANZA/METODO DI VALUTAZIONE | NORMA |
|--|--|---|--------------------------|
| Potere coprente (rapporto di contrasto) | > 95% (bianca) > 90% (gialla) | Rb/Rw | UNI ISO 3905 ISO 2814 |
| Resa superficiale | ≥ 1,0 ÷ ≤ 2,0 | m ² /kg | |
| Densità | ≥ 1,7 | kg/l (± 0,1 kg/l) | ASTM D 1475 |
| Aggiunta di diluente | ≤ 3 | % in peso | - |
| Tempo di essiccamento (15÷40 °C – UR ≤ 70%) | ≤ 30 | Minuti primi | ASTM D 711 |
| Viscosità | ≥ 75 ÷ ≤ 95 | Unità Krebs (± 3 UK) | ASTM D 562 |
| Contenuto di materie non volatili | ≥ 70 ÷ ≤ 85 | % in peso | ASTM D 1644 |
| Contenuto di pigmenti e cariche | ≥ 35 ÷ ≤ 45 | % in peso | FTMS 141a-4021.1 |
| Contenuto di biossido di titanio in pitture di colore bianco | ≥ 14 | % in peso | ASTM D 1394-76 |
| Resistenza agli agenti chimici* | Nessuna alterazione | Valutazione visiva | ASTM D 543 |
| Resistenza all'abrasione** | Segnale ancora visibile al termine della prova | Valutazione visiva e perdita % in peso | UNI 10559 |
| Resistenza alla luce | Nessuna alterazione | Valutazione visiva e misura, prima e dopo la prova di esposizione, delle Coordinate cromatiche e del Fattore di luminanza | UNI EN 1871 4.1.4.3 |

* Lubrificanti, carburanti, cloruro di calcio, cloruro di sodio, La prova consiste nel lasciar stagionare per 7 giorni 6 provini metallici su cui è stato steso un film di pittura di 250 µm ed infine sottoporli a 2 immersioni di 30' ciascuna al termine delle quali non si deve rilevare visivamente alcuna alterazione.

** Sottoparagrafo 12.11 – Prove sulle pitture a solvente.

2.1.3 Segnaletica orizzontale realizzata con pitture a base di materiale termoplastico

2.1.3.1 Caratteristiche prestazionali

Tabella 5: Caratteristiche prestazionali* della segnaletica orizzontale realizzata in materiale **termoplastico**

| PRESTAZIONI | CONDIZIONI DI MISURA | CLASSI DI PRESTAZIONE | VALORI MINIMI | |
|--|----------------------------------|--|---------------|---------------------------------------|
| Visibilità notturna (R_L) per la segnaletica di colore bianco e giallo | In condizioni asciutte | (R3) | ≥ 150 | mcd lux ⁻¹ m ⁻² |
| | In condizioni asciutte: giallo** | (R5) | ≥ 300 | |
| | In condizioni di bagnato | (RW3) | ≥ 50 | |
| | In condizioni di pioggia | (RR2) | ≥ 35 | |
| Visibilità diurna (Q_d) | Segnaletica bianca asciutta | (Q3) | ≥ 130 | mcd lux ⁻¹ m ⁻² |
| | Segnaletica gialla asciutta | (Q3) | ≥ 100 | |
| Resistenza al derapaggio*** | Segnaletica bagnata | (S2) | ≥ 50 | SRT |
| Fattore di luminanza (β) | Segnaletica bianca asciutta | (B5) | $\geq 0,60$ | - |
| | Segnaletica gialla asciutta | (B3) | $\geq 0,40$ | |
| Colore (Coordinate cromatiche)**** | x | Sempre all'interno dei box prescritti per ciascun colore | | |
| | y | | | |

* Caratteristiche prestazionali, previste dalla norma UNI EN 1436

** Punto 3.2.3 del Decreto del 10/07/2002 del MIT (S.O. G.U. n. 226/2002): "Per quanto riguarda la segnaletica orizzontale (temporanea) occorre riferirsi alla norma UNI EN 1436 con obbligo di garantire la classe R5 per le strade di tipo A, B e D e classe R3 o R5 per gli altri tipi di strade"

*** Caratteristica valida esclusivamente per i prodotti di segnaletica orizzontale non profilata. (La segnaletica profilata è una striscia segnaletica intervallata da rilievi regolari di materiale plastico avente configurazioni geometriche varie: rilievo lineare trasversale, rilievo oblungo trasversale, rilievi a grumi, rilievi a "gocce", rilievi reticolati, ecc. che può presentare, oltre ai requisiti di visibilità notturna e diurna, la caratteristica di far vibrare l'autoveicolo che ne percorre il profilo).

**** La tabella con le coordinate cromatiche previste dalla UNI EN 1436 e il relativo grafico sono riportati in Appendice, Sottoparagrafo 12.7

2.1.3.2 *Caratteristiche fisico-chimiche*

Lo spruzzato termoplastico è costituito da una miscela di aggregati di colore chiaro, microsferi di vetro, pigmenti coloranti e sostanze inerti, legate insieme con resine sintetiche termoplastiche, plastificate con olio minerale. La proporzione dei vari ingredienti è tale che il prodotto finale, quando viene liquefatto, può essere spruzzato facilmente sulla superficie stradale realizzando una striscia uniforme di buona nitidezza.

Gli aggregati sono costituiti da sabbia bianca silicea, calcite frantumata, silice calcinata, quarzo ed altri aggregati chiari ritenuti idonei.

Le microsferi di vetro premiscelate devono avere buona trasparenza, per almeno l'80%, ed essere regolari (sferiche) e prive di incrinature; il loro diametro può essere compreso tra mm 0,2 e mm 0,8.

In merito alle caratteristiche prestazionali delle microsferi di vetro da premiscelare e da post-spruzzare, si veda il paragrafo 2.6 del presente Capitolato.

Il legante, costituito da resine sintetiche da idrocarburi, plastificate con olio minerale. Le resine impiegate dovranno essere di colore chiaro e non devono scurirsi eccessivamente se riscaldate per 16 ore alla temperatura di 150 gradi °C.

Lo spessore della pellicola di spruzzato termoplastico deve essere di norma non inferiore a mm 1,50 accertabile con sistema di analisi di immagine o sistemi equivalenti.

Taluni prodotti termoplastici fanno presa più facilmente sulla pavimentazione in conglomerato bituminoso se questa non si presenta ossidata. I produttori consigliano, nel caso di vecchie pavimentazioni con lo strato esposto all'azione del clima e prima di effettuare l'applicazione del prodotto, di fresare superficialmente il tappeto d'usura per esporre gli strati non ossidati in modo da consentire un legame più solido tra i componenti del prodotto segnaletico e i componenti costituenti lo strato d'usura della pavimentazione stradale.

Uno dei principali fattori che contribuiscono all'irregolarità nelle prestazioni del materiale termoplastico è la carenza di controllo della temperatura durante la fase di applicazione del prodotto. Le variazioni delle temperature dell'aria e della pavimentazione sono probabilmente uno degli aspetti più importanti quando si utilizzano i materiali termoplastici per realizzare la segnaletica orizzontale. Il materiale termoplastico è progettato per essere facilmente reso fluido e riformato. Per assicurarsi una corretta applicazione del prodotto, le temperature richieste devono essere strettamente controllate. Inoltre, la formulazione del materiale deve essere rigorosa per garantire che il materiale risponda correttamente alle temperature predeterminate per la sua applicazione. Le temperature troppo alte possono bruciare il materiale durante il processo

di rammollimento. Temperature troppo basse possono causare un rammollimento non conforme del materiale, determinando un'adesione inadeguata con il substrato in conglomerato bituminoso. Inoltre, anche lo spessore di stesa deve essere verificato con una certa frequenza per assicurare una buona adesione, infatti se la striscia applicata non è abbastanza spessa, il materiale sulla pavimentazione non tratterrà il calore abbastanza a lungo perché si verifichi il processo di penetrazione nel substrato e il prodotto vi aderisca saldamente. Le temperature troppo alte oppure eccessivamente basse della pavimentazione e dell'aria, influenzeranno le caratteristiche di trasferimento del calore e perciò condizioneranno negativamente l'adesione.

In fase di applicazione del prodotto, se l'umidità relativa è $\geq 70\%$ e/o la superficie stradale si presenta umida, la DL può disporre che l'applicazione della segnaletica sia preceduta da una fase di asciugatura della pavimentazione al fine di garantire l'adesione del prodotto al substrato. I dosaggi usualmente consigliati (*per una durata media stimata del prodotto di ca. 18 ÷ 24 mesi*), in funzione della tipologia di pavimentazione (intensità del traffico, % veicoli pesanti, condizioni ambientali, ecc.), sono riassunti nella seguente tabella:

Tabella 6: Dosaggio della segnaletica in funzione della tipologia di pavimentazione e di intervento

| TIPOLOGIA PAVIMENTAZIONE | TIPOLOGIA INTERVENTO | DOSAGGIO |
|--------------------------|---|-----------------------|
| Tappeto normale | Stesa su pavimentazione nuova | 2,0 kg/m ² |
| | Interventi di ripasso | 1,8 kg/m ² |
| Tappeto drenante * | Stesa su pavimentazione nuova | 3,0 kg/m ² |
| | Interventi di ripasso | 1,8 kg/m ² |
| Tutte le tipologie | Tutte le tipologie di intervento finalizzate alla stesa di segnaletica termocolata profilata (rumorosa) | 4,0 kg/m ² |

* Nel caso di pavimentazione stradale in conglomerato bituminoso drenante è obbligatorio effettuare un ripasso della segnaletica entro 6 mesi dalla stesa.

Durante l'applicazione sarà cura dell'Impresa esecutrice, su disposizione della DL, di prelevare campioni di striscia segnaletica stesa su supporti metallici, usualmente 3 lamierini d'acciaio delle dimensioni di 30 x 50 cm, e dello spessore di 0,5 mm. Su tali campioni sarà verificato in laboratorio lo spessore medio e il dosaggio, oltre che gli altri parametri prestazionali.

La pittura termocolata o termospruzzata deve essere applicata sulla superficie stradale in condizioni termoigrometriche controllate, in particolare la temperatura dell'aria deve essere compresa tra + 10 °C e + 40 °C e l'umidità relativa non deve essere superiore al 70%. In tali condizioni climatiche, il prodotto termospruzzato deve solidificarsi entro 30 ÷ 40 secondi, mentre il prodotto termocolato o estruso deve solidificarsi in 3 ÷ 4 minuti dalla stesa. Trascorso tale periodo di tempo dall'applicazione deve essere garantita l'immediata transitabilità della strada e il prodotto applicato non deve sporcarsi o scolorire sotto l'azione delle ruote gommate degli autoveicoli in transito.

La percentuale in peso delle microsferi di vetro rispetto allo spruzzato termoplastico non deve essere inferiore al 20%. In fase di stesura dello spruzzato termoplastico, dovrà essere effettuata una operazione supplementare di postspruzzatura di microsferi di vetro sulla superficie della striscia ancora calda, in ragione di circa 350 g/m².

2.1.3.3 Prove di laboratorio

Escluse le prime due prove in elenco, le prove elencate nella Tabella n. 7 sono quelle indicate dalla norma UNI EN 1871 per la caratterizzazione dei prodotti termoplastici.

Tali prove sono state riproposte nella pre-norma aggiornata (FprEN 1871) in fase di approvazione da parte del CEN. I prodotti termoplastici, in base alle indicazioni della bozza finale della norma, saranno oggetto di marcatura "CE".

Tabella 7: Caratteristiche fisiche dei prodotti termoplastici per segnaletica orizzontale

| PROVA | VALORE/REQUISITO RICHIESTO | UNITA' DI MISURA TOLLERANZA/METODO | NORMA |
|-----------------------------|--|---|-------------------------|
| Densità | ≥ 1,9 | kg/l (± 0,1 kg/l) | UNI EN ISO 2811-2 |
| Temperatura di fusione | ≥ 180 | °C | - |
| Resistenza agli alcali* | Assenza di fuoriuscita di pigmento dai provini. Assenza di irruvidimento della superficie esposta. | Azione sui provini di una soluzione al 10% di idrossido di sodio per 48 ore | UNI EN 1871 Appendice D |
| Punto di rammollimento | ≥ 90 | °C | UNI EN 1871 Appendice F |
| Invecchiamento ai raggi UVB | $\Delta\beta \leq 0,05$ | Invecchiamento ai raggi UVB (168 ore per | UNI EN 1871 4.1.4.3 |

| | | | |
|---------------------------------|------------------------------------|---|----------------------------|
| | | complessivi 14 cicli da 8h di irradiazione + 4h di condensazione)* | |
| Stabilità termica | 6 | h (alla temperatura di applicazione) | UNI EN 1871 Appendice G |
| Resistenza all'impatto a freddo | Assenza di fratture e fessurazioni | Sfera di acciaio da 66,8 g che cade sul provino da 2 m di altezza alle temperature di 0 °C e -10 °C | UNI EN 1871 Appendice H |
| Valore di impronta | ≤ 50 s | (± 5 s) | UNI EN 1871 Appendice J |
| Resistenza all'usura** | 2,5 cm ³ | (± 0,1 cm ³) | UNI EN 1871 Appendice K |

* La prova verifica l'applicabilità di un prodotto segnaletico termoplastico su substrati reattivi a base alcalina, come le pavimentazioni stradali il cui legante sia cemento idraulico.

** La prova è usualmente utilizzata per i prodotti termoplastici applicati in strade in cui le condizioni climatiche sono particolarmente rigide, con frequenti innevamenti e basse temperature. La prova simula l'abrasione causata dai pneumatici chiodati con in un apparecchio "Tröger" su un campione di prodotto termoplastico applicato ad un provino Marshall alla temperatura di -10 °C.

In particolare, le caratteristiche fisico chimiche del prodotto termoplastico sono le seguenti:

- a) Punto di infiammabilità: superiore a 230 gradi °C;
- b) Punto di rammollimento o di rinvenimento: superiore a 90 gradi °C;
- c) Resistenza alle escursioni termiche: dalle temperature -20 °C a + 80 °C;
- d) Resistenza alla corrosione: il materiale deve rimanere inalterato se viene immerso in una soluzione di cloruro di calcio, a forte concentrazione, per un periodo di 4 settimane.

2.1.4 Segnaletica orizzontale realizzata con prodotti plastici a freddo

2.1.4.1 Caratteristiche prestazionali

Tabella 8: Caratteristiche prestazionali* della segnaletica in materiale plastico a freddo

| PRESTAZIONI | CONDIZIONI DI MISURA | CLASSI DI PRESTAZIONE | VALORI MINIMI | |
|---|-------------------------|-----------------------|---------------|--|
| Visibilità notturna (R _L) per la segnaletica di | In condizioni asciutte | (R3) | ≥ 150 | mcd lux ⁻¹ m ⁻² |
| | In condizioni asciutte: | (R5) | ≥ 300 | |

| | | | | |
|-------------------------------------|-----------------------------|--|--------|--|
| colore bianco e giallo | giallo** | | | |
| | In condizioni di bagnato | (RW3) | ≥ 50 | |
| | In condizioni di pioggia | (RR2) | ≥ 35 | |
| Visibilità diurna (Q _d) | Segnaletica bianca asciutta | (Q3) | ≥ 130 | mcd lux ⁻¹ m ⁻² |
| | Segnaletica gialla asciutta | (Q2) | ≥ 100 | |
| Resistenza al derapaggio*** | Segnaletica bagnata | (S2) | ≥ 50 | SRT |
| Fattore di luminanza (β) | Segnaletica bianca asciutta | (B5) | ≥ 0,60 | - |
| | Segnaletica gialla asciutta | (B3) | ≥ 0,40 | |
| Colore (Coordinate cromatiche)**** | x | Sempre all'interno dei box prescritti per ciascun colore | | |
| | y | | | |

* Caratteristiche prestazionali, previste dalla norma UNI EN 1436

** Punto 3.2.3 del Decreto del 10/07/2002 del MIT (S.O. G.U. n. 226/2002): "Per quanto riguarda la segnaletica orizzontale (temporanea) occorre riferirsi alla norma UNI EN 1436 **con obbligo di garantire** la classe R5 per le strade di tipo A, B e D e classe R3 o R5 per gli altri tipi di strade"

*** Caratteristica valida esclusivamente per i prodotti di segnaletica orizzontale non profilata. (La segnaletica profilata è una striscia segnaletica intervallata da rilievi regolari di materiale plastico avente configurazioni geometriche varie: rilievo lineare trasversale, rilievo oblungo trasversale, rilievi a grumi, rilievi a "gocce", rilievi reticolati, ecc. che può presentare, oltre ai requisiti di visibilità notturna e diurna, la caratteristica di far vibrare l'autoveicolo che ne percorre il profilo).

**** La tabella con le coordinate cromatiche previste dalla UNI EN 1436 e il relativo grafico sono riportati in Appendice, Sottoparagrafo 12.7

2.1.4.2 Caratteristiche fisico-chimiche

Questo prodotto è costituito da due tipi di componenti:

- il primo componente ha al suo interno una miscela di cariche minerali (calcari, dolomite e quarzite) che forniscono resistenza al materiale, un legante (costituito da resine acriliche), dei pigmenti (che hanno la funzione di dare colore al prodotto) e delle microsferiche di vetro che, immerse al 60% del loro diametro nel materiale, consentono la retroriflessione in condizioni di guida notturna;
- il secondo componente è un attivatore (catalizzatore) costituito da perossidi organici che hanno la funzione di solidificare il materiale

E' un prodotto al cui interno sono presenti componenti liquidi-monomeri che catalizzano al momento dell'utilizzo. Quando il prodotto è catalizzato diventa un prodotto **non pericoloso**.

Inoltre, la perdita di sostanze volatili è dell'ordine dell'1%. Il tempo di essiccazione del bicomponente è di 20 minuti. La sua durata, dopo l'applicazione, è mediamente pari a 3 anni.

Mediamente lo spessore è pari a 2 ÷ 3 mm. Uno spessore maggiore potrebbe causare il distacco del prodotto dal suolo con il diminuire delle temperature.

Può essere applicato in diversi modi:

- a spatola.
- a rullo, che facilita l'applicazione garantendo una resa di 120 ÷ 150 metri lineari al giorno con 2.5 ÷ 3 Kg di prodotto al m².
- con delle macchine che, per colata, riescono a garantire la posa di circa 500 m² di prodotto al giorno.

Questo prodotto deve essere applicato da **personale specializzato**, al fine di evitare problemi di "erronea" applicazione.

Il prodotto da impiegare potrà contenere sfere di vetro premiscelate durante il processo di fabbricazione o subire il processo di postspruzzatura durante l'applicazione, cosicché dopo l'essiccamento e successiva esposizione delle sfere di vetro, dovuta all'usura dello strato superficiale della pittura stesa sulla pavimentazione stradale, queste svolgano, nelle ore notturne, una efficiente funzione di guida agli autoveicoli, in virtù del fenomeno fisico della retroriflessione della luce dei fari.

In merito alle caratteristiche prestazionali delle microsfele di vetro da premiscelare e da post-spruzzare, si veda il paragrafo 62.6 del presente Capitolato.

Per il prodotto bicomponente a freddo bianco, il pigmento inorganico – biossido di titanio - dovrà garantire la colorazione secondo le caratteristiche colorimetriche indicate dalla UNI EN 1436. Per quanto concerne le cariche contenute nel prodotto, queste dovranno, per qualità, forma e dimensioni, contribuire a migliorare le caratteristiche di resistenza meccanica dello strato di pittura applicata, e in particolare a renderla meno scivolosa, con valori di aderenza che non si discostino da quelli rilevati nella pavimentazione limitrofa (la striscia di prodotto plastico a freddo dovrà comunque avere un valore SRT ≥ 50 corrispondente al valore minimo di SRT indicato per tale tipologia di prodotti dal presente CSA). Per il prodotto bicomponente giallo, il colore sarà originato da una sostanza

alternativa al cromato di piombo. Il prodotto non dovrà scolorire sotto l'azione dei raggi UV.

2.1.4.3 Prove di laboratorio

Le prove elencate nella Tabella n. 9 sono quelle indicate dalla norma UNI EN 1871 per la caratterizzazione dei prodotti plastici a freddo. Tali prove sono state riproposte nella pre-norma aggiornata (FprEN 1871), in fase di approvazione da parte del CEN. I prodotti plastici a freddo, nella bozza finale della norma, saranno oggetto di marcatura "CE".

Tabella 9: Caratteristiche fisiche della segnaletica orizzontale realizzata con materiale plastico a freddo

| PROVA | VALORE/REQUISITO RICHIESTO | UNITA' DI MISURA TOLLERANZA/METODO | NORMA |
|---|--|---|-------------------------|
| Stabilità all'immagazzinaggio* | Determinazione del grado di sospensione del pigmento e facilità di rimiscelazione | Nessuna modifica rispetto alle condizioni originali del prodotto dopo 30 giorni in stufa a 45 ° C e dopo 100.000 colpi con l'apparecchio compattatore | UNI EN 1871 Appendice B |
| Invecchiamento ai raggi UVB | $\Delta\beta \leq 0,05$ | Invecchiamento ai raggi UVB (168 ore per complessivi 14 cicli da 8h di irradiazione + 4h di condensazione)* | UNI EN 1871 4.1.4.3 |
| Resistenza agli alcali** | Assenza di fuoriuscita di pigmento dai provini. Assenza di irruvidimento della superficie esposta. | Azione sui provini di una soluzione al 10% di idrossido di sodio per 48 ore | UNI EN 1871 Appendice G |
| Resistenza all'usura*** | 2,5 cm ³ | (± 0,1 cm ³) | UNI EN 1871 Appendice K |
| Resistenza all'usura dopo invecchiamento ai raggi UVB | 2,5 cm ³ | (± 0,1 cm ³) | UNI EN 1871 Appendice K |

* Le condizioni di prova per la verifica della stabilità all'immagazzinaggio sono applicate dopo aver verificato l'eventuale presenza di perossidi nel prodotto plastico a freddo. I prodotti contenenti perossidi non devono essere conservati nella stufa a 45 °C e non devono essere sottoposti alla prova di compattazione.

** La prova verifica l'applicabilità di un prodotto segnaletico realizzato con prodotti plastici a freddo su substrati reattivi a base alcalina, come le pavimentazioni stradali il cui legante sia cemento idraulico.

*** La prova è usualmente utilizzata per i prodotti plastici a freddo applicati in strade in cui le condizioni climatiche sono particolarmente rigide, con frequenti innevamenti e basse temperature. La prova simula l'abrasione causata dai pneumatici chiodati con un apparecchio "Tröger" su un campione di prodotto plastico a freddo applicato ad un provino Marshall alla temperatura di $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$.

2.1.5 Segnaletica orizzontale realizzata con prodotti preformati

2.1.5.1 Caratteristiche prestazionali

L'uso dei materiali preformati plastici, applicati a freddo o installati a caldo, sono consigliati per i luoghi che richiedono piccole quantità di materiali per il tracciamento (ad es. cantieri di lavoro stradali la cui durata sia superiore a 7 giorni) e sia possibile rimuoverli velocemente per ripristinare le condizioni *ante-operam* ovvero in situazioni in cui le condizioni siano particolarmente severe a causa dello stato della pavimentazione, della tipologia di traffico e delle condizioni climatiche, che comportano una frequente sostituzione/ripasso della segnaletica orizzontale.

Tabella 10: Caratteristiche prestazionali* della segnaletica orizzontale realizzata in materiale preformato

| PRESTAZIONI | CONDIZIONI DI MISURA | CLASSI DI PRESTAZIONE | VALORI MINIMI | |
|--|----------------------------------|--|---------------|------------------------------------|
| Visibilità notturna (R_L) per la segnaletica di colore bianco e giallo | In condizioni asciutte | (R3) | ≥ 150 | $\text{mcd lux}^{-1}\text{m}^{-2}$ |
| | In condizioni asciutte: giallo** | (R5) | ≥ 300 | |
| | In condizioni di bagnato | (RW3) | ≥ 50 | |
| | In condizioni di pioggia | (RR2) | ≥ 35 | |
| Visibilità diurna (Q_d) | Segnaletica bianca asciutta | (Q3) | ≥ 130 | $\text{mcd lux}^{-1}\text{m}^{-2}$ |
| | Segnaletica gialla asciutta | (Q2) | ≥ 100 | |
| Resistenza al derapaggio*** | Segnaletica bagnata | (S3) | ≥ 50 | SRT |
| Fattore di luminanza (β) | Segnaletica bianca asciutta | (B5) | $\geq 0,60$ | - |
| | Segnaletica gialla asciutta | (B3) | $\geq 0,40$ | |
| Colore (Coordinate cromatiche)**** | x | Sempre all'interno dei box prescritti per ciascun colore | | |
| | y | | | |

* Caratteristiche prestazionali, previste dalla norma UNI EN 1436

** Punto 3.2.3 del Decreto del 10/07/2002 del MIT (S.O. G.U. n. 226/2002): "Per quanto riguarda la segnaletica orizzontale (temporanea) occorre riferirsi alla norma UNI EN 1436 **con obbligo di garantire** la classe R5 per le strade di tipo A, B e D e classe R3 o R5 per gli altri tipi di strade"

*** Caratteristica valida esclusivamente per i prodotti di segnaletica orizzontale non profilata.

****La tabella con le coordinate cromatiche previste dalla UNI EN 1436 e il relativo grafico sono riportati in Appendice, Sottoparagrafo 12.7

“Per materiale preformato per segnaletica orizzontale si intende un prodotto realizzato in fabbrica, in forma di foglio oppure di rotolo, in grado di essere applicato al supporto tramite adesivo, primer, pressione, calore oppure mediante la combinazione di questi metodi” (UNI EN 1790).

I primer sono utilizzati per pre-rivestire le superfici stradali prima di applicare i prodotti preformati. Sono utilizzati per migliorare l'aderenza del preformato e lo proteggono dall'eventuale dissoluzione e scolorimento causato da composti non compatibili presenti nel conglomerato bituminoso dello strato di usura della pavimentazione stradale. Usualmente gli “impianti” di segnaletica orizzontale che utilizzano il citato prodotto, si presentano sotto forma di nastri in rotolo. Il nastro è un materiale multistrato preformato in grado di adattarsi al supporto, al quale può essere applicato senza l'ausilio del calore, ma con l'utilizzo di un adesivo sensibile alla pressione.

Il materiale preformato per segnaletica orizzontale, in base alla UNI EN 1790, si suddivide in:

- materiale plastico a freddo preformato, applicato al supporto con l'utilizzo di un adesivo (nastro). Nel materiale sono presenti le microsfere di vetro e i granuli antiderapanti;
- materiale termoplastico preformato senza materiali da postspruzzare applicato al supporto riscaldando il materiale fino alla temperatura di fusione (applicazione tramite somministrazione di calore). Nel materiale sono presenti le microsfere di vetro e i granuli antiderapanti;
- materiale termoplastico preformato con materiali da postspruzzare, applicato al supporto riscaldando il materiale fino alla temperatura di fusione con l'aggiunta di materiali retroriflettenti e antiderapanti durante l'applicazione.

Ad eccezione della terza tipologia di prodotto, gli altri prodotti elencati sono forniti nella loro configurazione finale all'uscita dalla fabbrica: le loro proprietà non cambiano in modo significativo durante l'applicazione.

Il materiale termoplastico preformato con materiali da postspruzzare è l'unico prodotto della serie di prodotti contemplati dalla UNI EN 1790 che necessita di un completamento in fase di applicazione, con la postspruzzatura di microsfere di vetro retroriflettenti e di granuli antiderapanti, di solito costituiti da vetro corindone, cristobalite o ceramica, per

ottenere che la superficie superiore del segnale, specialmente in condizioni di bagnato o di pioggia, garantisca l'aderenza prescritta (SRT) nei requisiti prestazionali.

Oltre alle caratteristiche prestazionali richieste, così come esposte nella Tabella n. 10, per i prodotti preformati realizzati in fabbrica, la norma di riferimento contempla fra i requisiti aggiuntivi:

- l'asportabilità;
- la resistenza ai raggi UV.

L'asportabilità consente di verificare solo su strada (non è consentita la prova in laboratorio) se il materiale è interamente asportabile senza lasciare segni permanenti sulla pavimentazione che, in funzione delle diverse condizioni atmosferiche, potrebbero confondere l'utente della strada.

La resistenza ai raggi UV consente di verificare se il prodotto preformato, esposto per 168 ore, in cicli di 8 ore di radiazioni UVB a 60 °C e di 4 ore di condensazione a 50 °C, mantiene le coordinate cromatiche nel box colorimetrico prescritto e il delta prescritto, relativo al fattore di luminanza, misurato prima e dopo la prova di esposizione ai raggi UVB.

La norma prevede due classi di resistenza ai raggi UV:

- UV0 – nessun valore;
- UV2 - $\Delta\beta = \leq 10$.

La normativa di riferimento, per tale tipologia di prodotto, include anche la prova di durabilità che può essere realizzata su strada, in base alla norma UNI EN 1824, ovvero può essere realizzata con l'ausilio di un simulatore d'usura, in base alla norma UNI EN 13197.

I materiali preformati sono costituiti da una struttura multistrato complessa, difficile da identificare con i comuni metodi di laboratorio. Per tale motivo sono state individuate delle prove analitiche che consentono l'identificazione dei prodotti ed indicate nella UNI EN 1790: la composizione è determinata tramite il metodo di caratterizzazione dei materiali preformati denominato "*fingerprinting*" (impronta digitale), basato sulla combinazione di diversi metodi di prova qualitativi.

Nel contesto del presente Capitolato Speciale, tali metodi sono da utilizzare solo in caso in cui si abbiano seri dubbi sulla autenticità della partita fornita e sono basati sulle seguenti analisi:

- analisi termogravimetrica (TGA);
- spettroscopia FT-IR del residuo TGA;
- spettroscopia FT-IR ATR (riflettenza totale attenuata) dello strato adesivo.

A tali analisi è aggiunta, a conferma della autenticità del prodotto, la prova del contenuto di ceneri che *“costituisce un mezzo normalizzato e comparativo per stimare il contenuto di minerali nei materiali”* (UNI EN 1790).

2.1.5.2 Caratteristiche tecniche

Materiale plastico a freddo preformato, applicato al supporto con l'utilizzo di un adesivo (nastro). Il materiale in oggetto sarà costituito da un laminato elastoplastico, autoadesivo, rimovibile per utilizzo permanente o temporaneo con polimeri di alta qualità, contenente una dispersione di microgranuli di speciale materiale ad elevato potere antisdrucchiolo e di microsferi ad alto indice di rifrazione tale da conferire al laminato stesso ottime proprietà retroriflettenti.

La resina poliuretanicica presente nella parte superiore del prodotto dovrà assicurare un perfetto e durevole ancoraggio delle microsferi e delle particelle antiscivolo.

Il laminato dovrà contenere al suo interno uno speciale tessuto reticolare in poliestere che assicura un'elevata resistenza alla spinta torsionale esercitata dai veicoli e, nel caso di segnaletica temporanea, una facile e perfetta rimovibilità del laminato dalla pavimentazione.

Il colore giallo sarà ottenuto utilizzando esclusivamente pigmenti privi di cromo, cadmio e piombo. Detto laminato dovrà risultare quindi sia riciclabile che distruttibile come rifiuto atossico; conforme alle normative europee sull'ambiente, considerato *“prodotto non inquinante”*. Nel caso dei nastri, l'adesivo posto sul retro del preformato dovrà permettere una facile e rapida applicazione del prodotto pur garantendone la non alterazione anche sotto elevati volumi di traffico. Appena applicato, il laminato deve essere immediatamente transitabile.

Materiale termoplastico preformato senza materiali da postspruzzare applicato al supporto riscaldando il materiale fino alla temperatura di fusione. I nastri preformati che si applicano a caldo sono costituite da una miscela omogenea di leganti polimerici termoplastici di alta qualità, consistono in una speciale formulazione di polimeri flessibili a cui si somministra del calore con un cannello di gas propano per farli aderire alla pavimentazione. Il materiale preformato è predisposto in fabbrica, non contiene piombo e altri pigmenti considerati nocivi, contiene i minerali riempitivi e le microsferi di vetro di

vetro premiscelate. Il processo di installazione è semplice: le strisce sono stese sul supporto ed il calore è applicato sulla loro superficie esposta. Il prodotto segnaletico, rispetto all'omologo dispositivo autoadesivo, presenta una maggiore durabilità e meno problemi come le distorsioni del nastro dovute al traffico e le premature perdite di retroriflessione. Particolare cura dovrà essere posta, nella fase di applicazione del prodotto, sulla pulizia della superficie di applicazione. Tale superficie dovrà essere preventivamente trattata con una fiamma di gas propano raggiungendo la temperatura consigliata dal produttore (fino a 300 °C). L'applicazione del nastro avviene sulla superficie surriscaldata, con ulteriore somministrazione di calore sulla parte visibile del nastro fino a parziale fusione dello stesso con il substrato. Il processo di adesione vero e proprio avviene successivamente alla fusione del materiale sulla pavimentazione e immediatamente dopo la sospensione della somministrazione del calore, invero il prodotto, riconsolidandosi, resta legato saldamente al conglomerato bituminoso del manto stradale.

Dopo l'applicazione taluni produttori suggeriscono di verificare speditivamente l'adesione con il "test dello scalpello": sulla parte centrale della striscia si distacca una porzione di materiale e se sulla parte inferiore si nota del conglomerato bituminoso inasportabile, significa che l'obiettivo è stato raggiunto, diversamente bisogna somministrare più calore sul substrato e sulla striscia.

Materiale termoplastico preformato con materiali da postspruzzare applicato al supporto riscaldando il materiale fino alla temperatura di fusione. Il processo di applicazione del prodotto preformato è analogo a quello descritto nel precedente sottoparagrafo. I materiali da postspruzzare, microsfere di vetro di vetro e granuli antiderapanti, sono aggiunti sulla parte esposta della striscia quando il prodotto è ancora caldo, in modo da consentire il parziale affondamento sulla superficie degli elementi aggiunti: la coesione delle microsfere di vetro e dei granuli è dovuta al loro parziale inglobamento nella matrice del prodotto. Una volta raffreddato, il materiale termoplastico dovrà presentare tutte le caratteristiche prestazionali richieste dalla norma europea UNI EN 1436.

Appena applicato, il *materiale termoplastico preformato* è immediatamente transitabile, anche se alcuni produttori suggeriscono la transitabilità della striscia dopo qualche ora dall'applicazione.

2.1.5.3 Controlli in situ e in laboratorio

Per quanto concerne la prova di asportabilità sui *Materiali plastico a freddo preformato, applicato al supporto con l'utilizzo di un adesivo (nastro)*, sia per la segnaletica temporanea che per quella permanente, si rinvia al Sottoparagrafo 2.5. Per questi prodotti si applicano le disposizioni generali del punto 4 della FprEN 1871 nell'ultima versione in fase di approvazione e i metodi di prova definiti nella stessa norma per il materiale termoplastico per segnaletica orizzontale. Le prove prescritte per i prodotti preformati sono analoghe a quelle elencate nella Tabella n. 7 del Paragrafo n. 3.2.3 relativo ai prodotti termoplastici per la segnaletica orizzontale.

2.1.6 Prodotti postspruzzati e premiscelati per la segnaletica orizzontale

2.1.6.1 Caratteristiche prestazionali delle sfere di vetro postspruzzate

La norma "armonizzata" UNI EN 1423 specifica i requisiti applicabili alle microsfere di vetro e i granuli antiderapanti applicati come materiali postspruzzati sui prodotti per la segnaletica orizzontale. La norma non include invece le **microsfere di vetro premiscelate** e i granuli antiderapanti applicati durante il processo di produzione dei prodotti di segnaletica orizzontale. Il prodotto "microsfere di vetro" da postspruzzare è definito dai requisiti elencati nella seguente tabella:

Tabella 11: Requisiti applicabili alle microsfere di vetro da postspruzzare sui prodotti della segnaletica orizzontale

| CARATTERISTICHE ESSENZIALI | VALORE/REQUISITO RICHIESTO | UNITA' DI MISURA TOLLERANZA/METODO | NORMA |
|--|---|--|-------------------------|
| Indice di rifrazione* | ≥ 1,5 | Metodo dell'immersione con illuminazione obliqua | UNI EN 1423 Appendice A |
| Contenuto di microsfere di vetro difettose | ≤ 20 % (microsfere difettose); ≤ 3% (particelle estranee) | Determinazione della percentuale massima ponderata delle microsfere difettose | UNI EN 1423 Appendice D |
| Granulometria delle microsfere di vetro | Setacci ISO 565 Serie R 40/3 | Le granulometrie devono essere descritte in base alle regole di cui al punto 4.1.3 della UNI EN 1423 | ISO 565 ISO 2591-1 |
| Contenuto di sostanze pericolose** | ≤ 200 ppm | (mg/kg) | UNI EN 1423 Appendice I |
| Resistenza agli agenti | Passa / Non passa | Le microsfere di vetro | UNI EN 1423 |

| | | | |
|------------|--|--|-------------|
| chimici*** | | non devono sviluppare velature o opacità a contatto con gli agenti chimici prescritti. | Appendice B |
|------------|--|--|-------------|

* Indice di rifrazione minimo richiesto.

** Si ricerca separatamente la presenza di arsenico, piombo e antimonio. Tali sostanze erano utilizzate storicamente dai produttori di vetro come agente colorante e affinante.

*** Gli agenti chimici utilizzati per la prova sono: acqua, acido cloridrico diluito, cloruro di sodio e solfuro di sodio.

2.1.6.2 Caratteristiche prestazionali dei granuli antiderapanti postspruzzati

“I granuli antiderapanti sono granuli duri di origine naturale o artificiale, utilizzati per conferire proprietà antiderapanti alla segnaletica stradale” (UNI EN 1423). I granuli, in funzione della loro natura, possono essere trasparenti ovvero opachi. Sul mercato sono presenti vari tipi di aggregati utilizzati per aumentare il valore di antiderapaggio (SRT) dei prodotti per la segnaletica orizzontale, come il corindone bianco, la cristobalite (minerale di quarzo calcinato e frantumato), la wollastonite (metasilicato di calcio), la malachite (un minerale della famiglia dei carbonati), l’ossido di alluminio o altri minerali di quarzo. Tali prodotti antiderapanti sono utilizzati in relazione ai prodotti segnaletici sui quali sono miscelati o postspruzzati e devono essere scelti in base alle condizioni di traffico locali cui sono destinati. Un altro aggregato, sempre più utilizzato, è composto da frammenti di vetro (denominati “grani di vetro”), e presenta la proprietà di essere trasparente come le microsfere di vetro, con superficie liscia (concoide) e conformazione prismatica, con proprietà meccaniche elevate e molto resistente all’abrasione. La UNI EN 1423, sui granuli antiderapanti prescrive una serie di requisiti che i produttori devono certificare per applicare sulle confezioni il marchio “CE”. Nella Tabelle 12 e 13, sono elencati i requisiti applicabili per tale tipologia di prodotti.

Tabella 12: Requisiti applicabili ai granuli antiderapanti* da postspruzzare con le microsfere di vetro sui prodotti di segnaletica orizzontale

| CARATTERISTICHE ESSENZIALI | VALORE/REQUISITO RICHIESTO | UNITA' DI MISURA TOLLERANZA/METODO | NORMA |
|----------------------------------|--|--|------------|
| Caratteristiche di visibilità ** | Coordinate cromatiche x,y (v. Tab. n. 14) $\beta \geq 70$ | La UNI EN 1423 suggerisce la preparazione del campione in conformità alla ISO 7724-2 | ISO 7724-2 |

| | | | |
|---|---|--|-------------------------|
| pH | In funzione del materiale | Determinazione del valore del pH in sospensione acquosa | UNI EN ISO 787-9 |
| Granulometria dei granuli antiderapanti | Setacci ISO 565 Serie R 40/3 | Le granulometrie devono essere descritte in base alle regole di cui al punto 4.3.3 della UNI EN 1423 | ISO 565 ISO 2591-1 |
| Contenuto di sostanze pericolose*** | ≤ 200 ppm | mg/kg | UNI EN 1423 Appendice I |
| Durabilità - Resistenza alla frammentazione | Indice di friabilità: Quantità di materiale di dimensioni inferiori a 0,1 mm prodotto dopo la prova | La granulometria del campione rappresentativo deve compresa tra 0,2 e 2 mm ovvero fra 0,2 e 4 mm | UNI EN 1423 Appendice G |

* Granuli antiderapanti trasparenti e non trasparenti

** Prova da applicare solo ai granuli antiderapanti non trasparenti

*** Solo per i granuli antiderapanti in vetro. Si ricerca separatamente la presenza di arsenico, piombo e antimonio. Tali sostanze sono state utilizzate storicamente dai produttori di vetro come agente colorante e affinante.

Tabella 13: Vertici del box cromatico per i granuli antiderapanti non trasparenti

| 1 | | 2 | | 3 | | 4 | |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| x | y | x | y | x | y | x | y |
| 0,355 | 0,355 | 0,305 | 0,305 | 0,285 | 0,325 | 0,335 | 0,375 |

2.1.6.3 Caratteristiche fisiche dei prodotti postspruzzati e premiscelati

Microsfere da postspruzzare. “Le particelle sferiche di vetro trasparente sono utilizzate per consentire la visibilità notturna della segnaletica orizzontale mediante la retroriflessione dei raggi incidenti dei proiettori di un veicolo verso il conducente “ (UNI EN 1423 e UNI EN 1424).

Le microsfere di vetro possono essere premiscelate durante la produzione dei vari prodotti per segnaletica orizzontale ovvero possono essere aggiunte ai materiali liquidi prima della loro applicazione sulla pavimentazione stradale.

Le microsfere di vetro possono essere postspruzzate sul prodotto per segnaletica orizzontale appena steso, sia che si presenti nello stato liquido (pitture) che allo stato viscoso (termoplastici, prodotti plastici a freddo).

Le microsfere di vetro premiscelate sono contenute, sia nei prodotti segnaletici liquidi* che in quelli viscosi, mediamente oscillante intorno al 30% in peso.

* Per le pitture acriliche in emulsione acquosa le microsfere di vetro **sono usualmente postspruzzate**. La granulometria delle microsfere di vetro deve essere tarata in base alla tipologia di pavimentazione e in base allo spessore della pellicola bagnata. Le ditte produttrici forniscono, alle ditte che effettuano i lavori di segnaletica stradale, delle tabelle per l'applicazione del prodotto spartitraffico all'acqua.

Le imperfezioni delle microsfere di vetro possono compromettere il fenomeno della retroriflessione, per tale motivo si ammette nella miscela al **massimo il 20% di sfere di vetro difettose**. Le sfere difettose possono presentare forme diverse da quella perfettamente sferica, tali forme sono censite come segue:

- microsfere ovalizzate;
- microsfere a goccia;
- microsfere tondeggianti ($L/l \geq 1,3$);
- microsfere fuse tra loro;
- microsfere con satelliti;
- microsfere opache;
- microsfere lattescenti;
- microsfere con inclusioni gassose;
- particelle di vetro con spigoli vivi;
- particelle di materiale diverso dal vetro.

Le sfere di vetro il cui indice di rifrazione è compreso tra 1,50 e 1,55, consentono una buona retroriflessione quando il grado d'affondamento nel prodotto segnaletico è compreso tra il 55 e il 60% del loro diametro. Un affondamento inferiore al 50%, pur consentendo in parte la retroriflessione, espone il sistema ottico all'asportazione da parte dei veicoli, mentre un affondamento superiore al 60% limita il fenomeno, che è comunque compromesso quando l'affondamento supera l'85%.

Le microsfere di vetro postspruzzate possono essere trattate preventivamente con un rivestimento atto a favorirne il galleggiamento sulla superficie esposta del prodotto

segnaletico steso ovvero sono trattate con un rivestimento che ne migliora l'adesione al prodotto segnaletico, al fine di evitare il distacco e/o la dispersione delle microsfere di vetro in fase di postspruzzatura, ma anche in conseguenza del passaggio dei pneumatici dei veicoli sul segnale, una volta che la strada è aperta al traffico.

La presenza di rivestimenti che conferiscono alle sfere di vetro le proprietà del galleggiamento e dell'adesione possono essere verificati con i metodi indicati alle appendici E ed F della UNI EN 1423.

Microsfere da premiscelare. Le procedure di qualificazione delle microsfere di vetro da premiscelare sono specificate nella norma europea UNI EN 1424. Analogamente alle microsfere da postspruzzare, i requisiti richiesti sono: la granulometria; l'indice di rifrazione del vetro; la resistenza agli agenti chimici; il contenuto di microsfere difettose; i trattamenti superficiali delle microsfere di vetro. Le procedure di prova indicate richiamano quelle elencate nella Tabella n. 11. In merito ai requisiti qualitativi, la percentuale massima ponderata di microsfere di vetro difettose da premiscelare, per le sfere del diametro ≥ 1 mm, la tolleranza è $\leq 30\%$. Per quanto concerne i trattamenti superficiali, la norma ne consente l'applicazione, a patto che il fabbricante ne permetta la verifica con un metodo di prova definito in comune accordo con il fornitore e con il committente.

2.1.6.4 Granulometrie di riferimento delle microsfere di vetro.

Le granulometrie delle microsfere di vetro da postspruzzare sono usualmente stabilite in funzione dei vari prodotti per la segnaletica orizzontale offerti dai fabbricanti, ma sono determinate anche in base alle seguenti considerazioni:

- tipologia di strada e di traffico in cui saranno applicati i prodotti segnaletici;
- classe di retroriflessione scelta dal committente;
- tipologia di prodotto segnaletico;
- spessore del prodotto segnaletico applicato – correntemente si valuta lo spessore umido;
- quantità di prodotto da postspruzzare.

Come accennato, si ha una retroriflessione accettabile quando il grado d'affondamento delle microsfere di vetro nel prodotto segnaletico è compreso tra il 55 e il 60% del loro diametro. In base a tale considerazione, ne consegue che la conoscenza dello spessore finale del prodotto segnaletico steso è essenziale per la scelta delle granulometrie dei prodotti attualmente disponibili sul mercato. La scelta del fuso granulometrico dipende

dall'obiettivo del committente di raggiungere standard prestazionali elevati nel breve e medio periodo e di mantenerli il più a lungo possibile.

La quantità di prodotto da postspruzzare è in funzione del diametro medio delle sfere di vetro applicate e non dipende dallo spessore secco finale del prodotto o dalla tipologia di prodotto segnaletico steso su strada, considerando anche l'uso, da parte e su suggerimento dei produttori, dei trattamenti superficiali che favoriscono il galleggiamento sulla superficie esposta del prodotto segnaletico ed evitano "l'impaccamento" nei contenitori, montati sui mezzi mobili, prima della postspruzzatura. Usualmente il dosaggio medio di riferimento è di 300 grammi di microsfere per ogni metro quadrato di prodotto segnaletico applicato. La granulometria di riferimento delle microsfere di vetro da postspruzzare, adatta per la maggior parte dei prodotti segnaletici, ma **non ne preclude** altre se rispondono ai requisiti richiesti dal committente in merito alla retroriflessione notturna, è riportata nella seguente Tabella n. 14:

Tabella 14: Granulometria delle microsfere di vetro da postspruzzare

| Setaccio ISO 565 R 40/3 | Fuso granulometrico (Es. 2 della UNI EN 1423) | |
|-----------------------------|---|-------------------------------|
| Luce netta in μm | % Trattenuto cumulativo in peso | % Passante cumulativo in peso |
| 710 | 0 - 2 | 100 - 98 |
| 600 | 0 - 10 | 100 - 90 |
| 355 | 30 - 70 | 70 - 30 |
| 212 | 70 - 100 | 30 - 0 |
| 125 | 95 - 100 | 5 - 0 |

La granulometria riportata nella Tabella n. 14 non preclude altre granulometrie conformi ai requisiti richiesti dal committente e alle specifiche del fabbricante. La granulometria delle microsfere di vetro postspruzzate deve comunque garantire le prestazioni richieste dal committente per quanto attiene la visibilità notturna del prodotto segnaletico steso su strada.

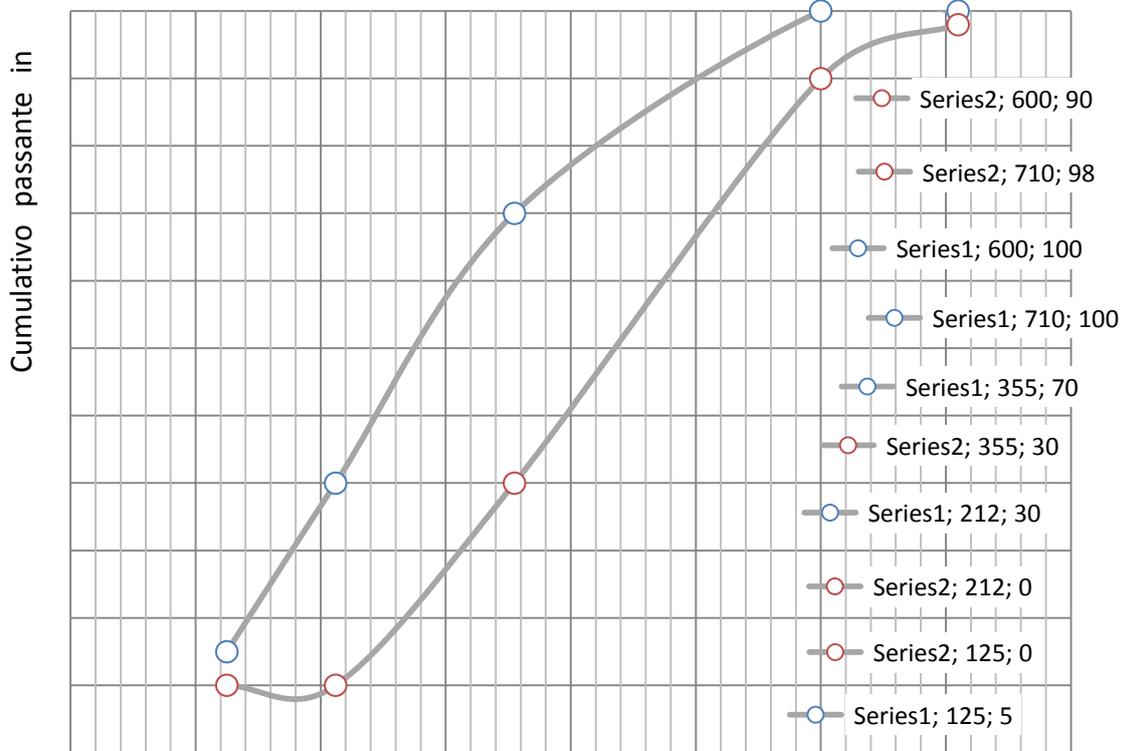


Grafico 1 – Fi Luce netta in micron dei setacci ISO 565 – R 40/3 da postspruzzare costruito sulla base dell'esempio 2 (600-125 micron) – prospetto 4 della UNI EN 1423 – Tabella 14 del Capitolato

Per quanto concerne la granulometria delle microsfele di vetro da premiscelare, usualmente utilizzate nelle pitture a solvente organico, la granulometria di riferimento è riportata nella seguente tabella:

Tabella 15 : Granulometria delle microsfele di vetro premiscelate

| Setaccio ASTM N° | Luce netta in μm | % Passante in peso |
|------------------|-----------------------------|--------------------|
| 70 | 210 | 100 |
| 140 | 105 | 15 - 55 |
| 230 | 63 | 0 - 10 |

Granulometrie di riferimento dei granuli. In merito ai granuli antiderapanti la UNI EN 1423 propone una granulometria di riferimento valida sia per i granuli trasparenti che per quelli non trasparenti, così come riportato nella seguente Tabella n. 16:

Tabella 16: Granulometria dei granuli antiderapanti trasparenti e non trasparenti

| | |
|-------------------------|---|
| Setaccio ISO 565 R 40/3 | Fuso granulometrico (Es. 3 e 5 della UNI EN 1423) |
|-------------------------|---|

| Luce netta in μm | % Trattenuto cumulativo in peso | % Passante cumulativo in peso |
|-----------------------------|---------------------------------|-------------------------------|
| 1000 | 0 - 2 | 100 - 98 |
| 710 | 0 - 10 | 100 - 90 |
| 425 | 5 - 25 | 95 - 75 |
| 250 | 40 - 80 | 60 - 20 |
| 150 | 95 - 100 | 5 - 0 |
| 90 | 99 - 100 | 1 - 0 |

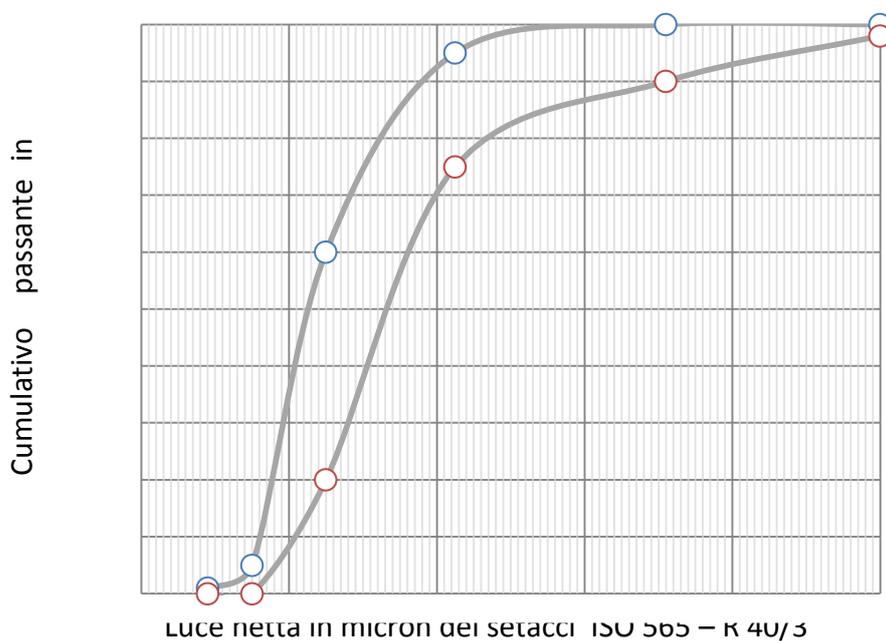


Grafico 2 – Fuso granulometrico di riferimento dei granuli antiderapanti da postspruzzare, trasparenti e non trasparenti, costruito sulla base degli esempi 3 e 5 (710 -150 micron) – prospetto 10 della UNI EN 1423 – Tabella 16 del Capitolato

Le granulometrie riportate nelle Tabelle n. 15 e n. 16 **non preclude** altre granulometrie conformi ai requisiti richiesti dal committente e alle specifiche del fabbricante. In particolare, la granulometria dei granuli antiderapanti postspruzzati deve comunque garantire le prestazioni richieste dal committente per quanto attiene le proprietà di antiscivolosità del prodotto segnaletico steso su strada.

2.1.6.5 Sostanze pericolose

Le sfere di vetro utilizzate nei prodotti per la segnaletica stradale, in particolare nelle pitture, nei prodotti termoplastici, nei prodotti plastici a freddo e nei prodotti preformati, derivano da un processo di produzione che utilizza il vetro frantumato proveniente da riciclaggio. Usualmente i fabbricanti che hanno adottato il sistema di gestione in base alla norma UNI EN 9001 e il sistema di gestione ambientale in base alla UNI EN 14001, non utilizzano vetri riciclati contenenti Arsenico (As), Piombo (Pb) e Antimonio (Sb), additivi tossici utilizzati nei processi di produzione obsoleti. Nella norma armonizzata di riferimento, la UNI EN 1423, è prevista una tolleranza inferiore o eguale a 200 ppm (mg/kg) della presenza dei semimetalli e del metallo tenero nella composizione delle sfere di vetro. L'assenza o la limitata presenza, nelle miscele di microsfere di vetro, di tali sostanze pericolose è uno dei requisiti posti dall'Unione Europea per la commercializzazione del prodotto. *"E' importante controllare il contenuto di queste sostanze pericolose perché le microsfere di vetro nell'impiego previsto sono diffuse nell'ambiente"* (UNI EN 1423). La globalizzazione dei mercati ha investito anche i prodotti per la segnaletica orizzontale e, in particolare, le microsfere di vetro di vetro per uso stradale. Il vetro utilizzato, usualmente riciclato da televisori e monitor di computer, contiene elevati livelli di piombo, arsenico e antimonio, aggiunti deliberatamente per conferire chiarezza al materiale e per controllare la sfericità delle microsfere di vetro. In talune partite provenienti dai mercati extracomunitari è stata rilevata la presenza di triossido di diarsenico, classificato come sostanza pericolosa a causa delle proprietà tossiche e cancerogene. Invero molti prodotti dell'industria elettronica sono riciclati e nuovamente immessi nel sistema sotto forma di dispositivi utili anche alla segnaletica orizzontale.

Per tale motivo, per precauzione e ai fini della tutela ambientale, i limiti indicati per ciascuna sostanza tossica contenuta nelle sfere di vetro, sono prescrittivi per il fabbricante, per il fornitore e per l'impresa appaltatrice.

2.1.7 Segnaletica orizzontale realizzata con colato plastico bicomponente a freddo con perline di vetro

Prodotto colato plastico bicomponente a freddo con perline di vetro nella miscela e ulteriore spruzzatura superficiale di perline durante l'applicazione.

Le caratteristiche fotometriche, colorimetriche e di resistenza al derapaggio dovranno essere conformi alle prescrizioni generali previste dalla Norma UNI EN 1436/98.

L'applicazione del prodotto deve avvenire mediante macchina traccialinee attrezzata con pistola per post-spruzzatura di perline di vetro.

La finitura a gocce favorisce il deflusso delle acque garantendo il drenaggio di qualunque superficie. In caso di pioggia inoltre si ha il massimo della rifrangenza sia orizzontale che verticale per lo spessore in rilievo e la segnaletica non è mai coperta dall' acqua a tutto vantaggio della sicurezza.

L'applicazione del prodotto a gocce dovrà essere effettuata con l'utilizzo di macchina operatrice idonea per la sua stesura e/o con applicazione a mano per frecce, scritte, piste di casello e zebature.

2.1.8 Dispositivi retroriflettenti integrativi della segnaletica orizzontale

2.1.8.1 Caratteristiche prestazionali

Le norme di riferimento. La norma europea che specifica i requisiti delle prestazioni e i metodi per l'esecuzione delle prove in laboratorio per gli inserti stradali catarifrangenti, è la UNI EN 1463-1, mentre per le verifiche su strada è stata predisposta dal CEN la norma UNI EN 1463-2. Nel contesto del presente Capitolato, i dispositivi catarifrangenti integrativi accettati sono quelli che rispondono ai requisiti prescritti dalla norma armonizzata e siano stati sottoposti per 1 anno, se dispositivi permanenti, ovvero per 4 mesi, se dispositivi temporanei, alla prova della durabilità su strada e abbiano superato le varie verifiche previste dalla UNI EN 1463-2. Gli inserti stradali devono presentare la marcatura "CE" il cui simbolo, insieme all'identificativo del produttore, deve apparire sul prodotto. Nel caso in cui i materiali costituenti gli inserti stradali catarifrangenti risultino adatti al riciclaggio, è necessario indicare sull'inserto ovvero sui documenti allegati anche il codice di riciclaggio secondo la direttiva europea 94/62/CE. Gli inserti stradali catarifrangenti sono utilizzati per aumentare la funzione di segnalamento dei segnali orizzontali e il loro colore deve essere lo stesso della segnaletica di cui costituiscono il rafforzamento. Per motivi di sicurezza, il profilo che ingloba gli inserti stradali non deve presentare spigoli vivi sulla superficie esposta al traffico.

Prestazioni visive notturne (requisiti fotometrici dei dispositivi catarifrangenti permanenti e temporanei – Classi PRP 1 e PRT 1):

Tabella 17: Coefficiente di intensità luminosa* (R) dei catarifrangenti applicati alla pavimentazione stradale rafforzativi della segnaletica orizzontale (UNI EN 1463-1)

| Angolo di | Angolo di | Coefficiente di intensità luminosa (mcd lx^{-1}) – valori minimi |
|-----------|-----------|---|
|-----------|-----------|---|

| ingresso β_H | incidenza α | Tipo di catadiottro** | | |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|--------------------|--|
| | | 1 (in vetro) | 2 (in plastica) | 3 (in plastica con strato superficiale antiabrasione) |
| $\pm 15^\circ$ | 2° | 2 | 2,5 | 1,5 |
| $\pm 10^\circ$ | 1° | 10 | 25 | 10 |
| $\pm 5^\circ$ | $0,3^\circ$ | 20 | 220 | 150 |

* Il valore R rilevato deve essere moltiplicato per il fattore cromatico dei catarifrangenti degli inserti stradali: 1,0 per il colore bianco e 0,6 per il colore giallo.

** Paragrafo 7.2 della norma UNI EN 1463-1

Prestazioni visive notturne (colore dei dispositivi catarifrangenti permanenti e temporanei – Classe CNR 1):

Tabella 18: Coordinate cromatiche* per la radiazione retroriflessa dei dispositivi catarifrangenti permanenti e temporanei applicati alla pavimentazione stradale rafforzativi della segnaletica orizzontale (UNI EN 1463-1)

| Colore | 1 | | 2 | | 3 | | 4 | | 5 | |
|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | x | y | x | y | x | y | x | y | x | y |
| Bianco | 0,390 | 0,410 | 0,440 | 0,440 | 0,500 | 0,440 | 0,500 | 0,390 | 0,420 | 0,370 |
| Giallo | 0,539 | 0,460 | 0,530 | 0,460 | 0,580 | 0,410 | 0,589 | 0,410 | - | - |

* Le coordinate cromatiche devono essere misurate utilizzando l'illuminante normalizzato **A** con un campo visivo di 2° , un angolo di ingresso β_H di 5° e un angolo di incidenza α di $0,3^\circ$.

Prestazioni visive diurne (colore dei dispositivi catarifrangenti temporanei – Classe DCR 1):

Tabella 19: Coordinate cromatiche* per la radiazione retroriflessa della struttura dei dispositivi catarifrangenti temporanei applicati alla pavimentazione stradale rafforzativi della segnaletica orizzontale (UNI EN 1463-1)

| Colore | 1 | | 2 | | 3 | | 4 | | Fattore di luminanza β |
|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|---------------------------------|
| | x | y | x | y | x | y | x | y | |
| Bianco | 0,350 | 0,360 | 0,300 | 0,310 | 0,290 | 0,320 | 0,340 | 0,3370 | $\geq 0,75$ |
| Giallo | 0,522 | 0,47 | 0,470 | 0,440 | 0,427 | 0,483 | 0,465 | 0,534 | $\geq 0,45$ |

* Le coordinate cromatiche e il fattore di luminanza della struttura degli inserti temporanei deve essere determinata utilizzando l'illuminante normalizzato **D65** e la geometria di misura 45/0.

Prova di resilienza. Oltre ai requisiti di visibilità notturna e diurna degli inserti stradali catarifrangenti, permanenti e temporanei, i dispositivi non devono mostrare interruzioni nell'azione di depressione, né deformazioni tali da oscurare permanentemente, in misura anche minima, la parte catarifrangente del dispositivo, una volta sottoposti alla prova di resilienza. Tale prova consiste nel sottoporre l'inserto a 72.000 depressioni, con una frequenza di 60 depressioni al minuto, tramite una macchina di prova che consenta di regolare la depressione e la frequenza di depressione (Appendice D della UNI EN 1463-1).

2.1.8.2 Caratteristiche tecniche

Tipologia di inserti. L'inserto stradale può essere autoadesivo, incollato, ancorato e incassato sulla pavimentazione stradale. Può essere rigido (non a depressione (A)), cioè progettato per non deformarsi al passaggio del traffico e può essere **a depressione(B)** quando recupera la geometria originaria, non essendo più sottoposto al carico dovuto al traffico.

L'inserto può essere temporaneo (**T**), quando utilizzato nei cantieri stradali, ovvero permanente (**P**) con la funzione di rafforzare la visibilità dell'itinerario in condizioni di guida notturna. I tipi di inserti stradali catarifrangenti, contemplati dalla norma europea, sono di tre tipi:

in vetro (T1);

- in plastica (T2);
- in plastica con uno strato superficiale resistente all'abrasione (T3).

La durabilità (la durata in servizio) di ogni inserto stradale catarifrangente è direttamente proporzionale alla forza di adesione fra il materiale che lo lega al substrato e la pavimentazione. Idealmente la forza di adesione dovrà essere uguale alla resistenza al taglio della pavimentazione stessa. Le forze di legame delle resine usualmente utilizzate, superano di gran lunga le forze di legame interne dei conglomerati bituminosi. Per garantire una lunga durabilità del dispositivo, è necessario una preparazione del supporto in cui sarà collocato l'inserto. Tale preparazione è necessaria in quanto la presenza di sostanze dovute alle emissioni del traffico e alla polvere di origine eolica oppure proveniente da cave o per la presenza di campi ovvero alla stessa risalita del legante

bituminoso, impediscono al materiale legante, usualmente una resina, di aver una buona adesione con la superficie della pavimentazione.

Una buona aderenza è il fattore più importante, determinante per la durabilità dell'inserito stradale catarifrangente. I maggiori fattori che influenzano l'adesione alla pavimentazione sono:

- le proprietà dell'agente legante;
- il tipo di pavimentazione;
- la temperatura in cui avviene l'operazione di posa;
- le modalità di applicazione.

Gli adesivi di norma sono proporzionati, miscelati ed estrusi da un'attrezzatura di mescolamento automatico (sono numerose le formulazioni per gli agenti leganti utilizzati per far aderire gli inserti alla pavimentazione). Le proprietà reologiche (viscosità) dell'adesivo alle varie temperature sono importanti non solo per il proporzionamento, miscelazione ed estrusione, ma anche per prevenire che l'adesivo fluisca dalla superficie di adesione degli inserti quando questi sono posizionati sulla pavimentazione.

Ci sono alcuni tipi di inserti catarifrangenti che sono sensibili alla pressione e non richiedono l'adesivo. Questi inserti richiedono però l'applicazione di un primer prima dell'installazione e sono immediatamente transitabili dal traffico. Questo tipo di inserti è usualmente utilizzato nei cantieri di lavoro stradali, per deviazioni ed altre applicazioni simili.

Le dimensioni degli inserti. In base alle prescrizioni del Regolamento di attuazione del Codice della strada, "i dispositivi non devono sporgere più di **2,5 cm** (corrispondente alla classe H3 della norma UNI EN 1463-1) sul piano della pavimentazione e devono essere fissati al fondo stradale con idonei adesivi ed altri sistemi tali da evitare distacchi con la sollecitazione del traffico".

La superficie rifrangente minima prescritta dal Regolamento è di **20 cm²**.

Tutti gli inserti stradali catarifrangenti devono essere applicati in conformità alle istruzioni fornite dal fabbricante e devono poter essere rimossi senza danneggiare la superficie stradale e lasciando un residuo minimo (UNI EN 1463-1).

In merito alle caratteristiche dimensionali degli inserti, si riportano nelle seguenti tabelle le classi previste:

Tabella 20: Requisiti dimensionali degli inserti stradali catarifrangenti – Massima altezza consentita per i dispositivi catarifrangenti permanenti e temporanei

| CLASSE | H _ Altezza in mm |
|--------|-------------------|
| 0 | - |
| 1 | ≤ 18 |
| 2 | > 18 ÷ ≤ 20 |
| 3 | > 20 ÷ ≤ 25 |

Tabella 21: Requisiti dimensionali degli inserti stradali catarifrangenti – Dimensioni orizzontali dei dispositivi permanenti e di quelli temporanei

| CLASSE | HD | | HDT* | |
|--------|----------------------|-----------|----------------------|-----------|
| | Dim. orizzontali max | | Dim. orizzontali min | |
| | lunghezza | larghezza | lunghezza | larghezza |
| 0 | - | - | - | - |
| 1 | 250 | 190 | 35 | 84 |
| 2 | 320 | 230 | 75 | 90 |

* Dimensioni orizzontali minime dell'inserto temporaneo

2.1.8.3 Prove sugli inserti stradali catarifrangenti

Prove in laboratorio. Le prove in laboratorio sugli inserti stradali catarifrangenti sono elencate nella seguente tabella:

Tabella 22: Prove di laboratorio prescritte per gli inserti stradali catarifrangenti

| N. | Prove in laboratorio | Prescrizioni |
|----|---|------------------------|
| 1 | Misura del coefficiente di intensità luminosa R (mcd lx ⁻¹) | V. Tabella 17 |
| 2 | Coordinate cromatiche in condizioni di visibilità notturna | V. Tabella 18 |
| 3 | Coordinate cromatiche in condizioni di visibilità diurna | V. Tabella 19 |
| 4 | Prova di resilienza | V. sottoparagrafo 7.1. |

Prove su strada. Le prove su strada prevedono l'applicazione di 50 esemplari per tipologia di prodotto per ogni fabbricante. La prova dura 1 anno per i dispositivi permanenti e 4 mesi per i dispositivi temporanei. Prima dell'esecuzione devono essere definite tutte le

condizioni al contorno e devono essere, con frequenza regolare, documentate durante il periodo di esecuzione della prova. Gli aspetti da considerare sono: la tipologia di strada (rettilinea con basso gradiente nelle due direzioni orizzontali); le condizioni meteorologiche; le condizioni di traffico (TGM 5000 veicoli giornalieri come media annua, di cui tra il 10 e il 25% devono essere veicoli pesanti cioè > 7500 kg); condizioni della superficie stradale.

Le prestazioni richieste per gli inserti stradali catarifrangenti dopo le prove su strada, sono le seguenti:

Tabella 23: Inserti Stradali Catarifrangenti - Prestazioni per gli utenti della strada

| Valutazione | Classe | Caratteristiche rilevate |
|---------------------|--------|--|
| Primaria * | S1 | 42 o più inserti rimanenti |
| Visibilità notturna | R2 | R medio compreso tra il 50 e il 99% del valore specificato nella Tabella n. 18 |
| Visibilità diurna | DV1 | Il fattore di luminanza non deve essere minore dell'80% del valore esposto nella Tabella n. 19 |

* Dopo il periodo di prova prescritto si contano i dispositivi catadiottrici rimasti.

2.1.9 Cancellazione della segnaletica orizzontale

La rimozione dalla pavimentazione della segnaletica orizzontale dovrà avvenire mediante la tecnica denominata "idrocancellazione": sistema di cancellazione con getti d'acqua ad altissima pressione che toglie perfettamente il supporto segnaletico sia in vernice che in materiali semipermanenti senza danneggiare la pavimentazione in tappeto tradizionale o in tappeto fonoassorbente e contestualmente aspira i residui di lavorazione lasciando il fondo perfettamente pulito e pronto per tracciare nuovamente la segnaletica.

Non è consentito utilizzare vernice nera per la cancellazione delle righe al di fuori del caso di cancellazione dei segni o tracce di vernice sul manto stradale, tracciate dai pneumatici dei veicoli.

2.2 *Segnaletica Verticale*

2.2.1 *Segnali verticali permanenti con materiale retroriflettente della faccia a vista realizzata con tecnologia a microsfere di vetro*

Caratteristiche prestazionali del materiale retroriflettente della faccia a vista realizzata con tecnologia in microsfere di vetro di classe RA1 e RA2 e materiale retroriflettente realizzato con tecnologia a microprismi

Visibilità diurna dei segnali verticali (Coordinate cromatiche e fattore di luminanza). Nel caso in cui i materiali o prodotti applicati nei lavori appaltati siano oggetto di norme europee armonizzate, cioè norme adottate dall'European Committee for Standardization (CEN) sulla base di un mandato (inteso come richiesta formale di normazione) della Commissione Europea e in cui è previsto l'apposizione del marchio "CE" sui prodotti, l'appaltatore dovrà produrre la certificazione contemplata dalle norme armonizzate in possesso dei produttori o dei fornitori, **prima** dell'applicazione dei prodotti/materiali nel cantiere stradale.

La UNI EN 12899-1 (*Segnaletica verticale permanente per il traffico stradale – Parte 1: segnali permanenti*) è la norma europea armonizzata a cui fare riferimento in merito ai requisiti richiesti per la fornitura dei segnali verticali permanenti per la segnaletica stradale. Per tale norma la data in cui è terminata la coesistenza con le norme e i regolamenti nazionali, inerenti o contraddittori, è stata il 31/12/2012.

Dal 1 gennaio 2013 le prestazioni visive e quelle tecnologiche, previste per i segnali verticali permanenti realizzati con materiale retroriflettente a faccia vista che utilizza le microsfere di vetro, sono quelle descritte e tabellate nella norma armonizzata. Eventuali indicazioni sui materiali retroriflettenti che utilizzano la tecnologia a microprismi e i materiali che presentano le superfici a faccia vista fluoro-rifrangente, come quelle rilevabili dalla UNI 11480, **non sono inclusi nella norma armonizzata**. Le prestazioni dei materiali retroriflettenti microprismatici sono invece riportati nella Valutazione Tecnica Europea di pertinenza (European Technical Approval), ex Benestare Tecnico Europeo, così come indicato nel punto 4.2 della UNI EN 12899-1. Nel caso in cui l'oggetto dell'appalto contempli l'utilizzo di materiali non coperti dalla norma armonizzata, l'appaltatore dovrà fornire le specifiche di prestazione contenute nella Valutazione Tecnica Europea, cioè *"la valutazione documentata della prestazione di un prodotto da costruzione, in relazione alle sue caratteristiche essenziali, conformemente al rispettivo documento per la valutazione europea"*.-

Nell'ambito dell'evoluzione delle tecnologie relative alla fabbricazione di pellicole con superficie a faccia vista retroriflettente, oltre alla pellicole a microsferi sono disponibili anche le pellicole a microprismi, corrispondenti alle classi 1 e 2 (a normale e ad alta risposta luminosa), così come classificate nel Disciplinare Tecnico del MIT del 31/03/1995. Tali pellicole, insieme alle pellicole a microsferi, sono attualmente descritte nel Rapporto Tecnico UNI 11480 (*Linea guida per la definizione di requisiti tecnico-funzionali della segnaletica (permanente) in applicazione della UNI EN 12899-1*)

In base alle indicazioni derivanti dalla norma armonizzata e in relazione alle disposizioni non contraddittorie prescritte dalle norme cogenti, Codice della Strada, Regolamento di Attuazione e Disciplinare tecnico del 31/03/95 sulle pellicole retroriflettenti, in merito alle caratteristiche colorimetriche dei segnali e in relazione ai colori previsti in Italia per la segnaletica verticale, di cui all'art. 78 del Regolamento, la tabella di riferimento per le coordinate cromatiche e i fattori di luminanza è quella riportata nel prospetto 1 della norma europea. Nella seguente **tabella rettificata** non è stato incluso il colore verde scuro (l'ottavo nell'elenco di cui al prospetto 1), in quanto non esplicitamente contemplato fra i colori prescritti dalla norma cogente italiana. Alla tabella è stato aggiunto, in base a quanto indicato dal Regolamento all'art. 78, comma 2, lettera "f", il colore nero che, pur non avendo coordinate cromatiche, deve garantire un fattore di luminanza $\beta \leq 0,03$.

Le coordinate cromatiche della tabella 24 sono valide per le pellicole di classe RA1, RA2 (a microsferi e a microprismi) e per le pellicole di livello prestazionale superiore realizzate con la tecnologia a microprismi.

•

Tabella 24: Coordinate cromatiche in condizioni diurne e fattori di luminanza - Classe CR1

| Colore | Coordinate dei 4 punti che delimitano le zone consentite (regioni colorimetriche) nel diagramma colorimetrico CIE 1931 - Illuminante D65 – Geometria 45/0 – Coordinate cromatiche in condizioni diurne e fattori di luminanza per i colori dei segnali verticali di cui all'art. 78 del Regolamento di attuazione del N.C.d.S. | | | | Fattore di luminanza β Pellicole | | |
|--------------|--|-------|-------|-------|---|-------------|-------------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | Classe RA1 | Classe RA2 |
| Bianco | x | 0,355 | 0,305 | 0,285 | 0,335 | $\geq 0,35$ | $\geq 0,27$ |
| | y | 0,355 | 0,305 | 0,325 | 0,375 | | |
| Giallo (RA1) | X | 0,522 | 0,470 | 0,427 | 0,335 | $\geq 0,27$ | |
| | y | 0,477 | 0,440 | 0,483 | 0,465 | | |
| Giallo (RA2) | x | 0,545 | 0,487 | 0,427 | 0,465 | | $\geq 0,16$ |
| | y | 0,454 | 0,423 | 0,483 | 0,534 | | |

| | | | | | | | |
|---------|---|-------|-------|-------|-------|-----------------------------|-------------|
| Arancio | x | 0,610 | 0,535 | 0,506 | 0,570 | $\geq 0,17$ | $\geq 0,14$ |
| | y | 0,390 | 0,375 | 0,404 | 0,429 | | |
| Rosso | x | 0,735 | 0,674 | 0,569 | 0,655 | $\geq 0,05$ | $\geq 0,03$ |
| | y | 0,265 | 0,236 | 0,341 | 0,345 | | |
| Blu | x | 0,078 | 0,150 | 0,210 | 0,137 | $\geq 0,01$ | $\geq 0,01$ |
| | y | 0,171 | 0,220 | 0,160 | 0,038 | | |
| Verde | x | 0,007 | 0,248 | 0,177 | 0,026 | $\geq 0,04$ | $\geq 0,03$ |
| | y | 0,703 | 0,409 | 0,362 | 0,399 | | |
| Marrone | x | 0,455 | 0,523 | 0,479 | 0,558 | $0,03 \leq \beta \leq 0,09$ | |
| | y | 0,397 | 0,429 | 0,373 | 0,394 | | |
| Grigio | x | 0,350 | 0,300 | 0,285 | 0,335 | $0,12 \leq \beta \leq 0,18$ | |
| | y | 0,360 | 0,310 | 0,325 | 0,375 | | |
| Nero | - | - | - | - | - | $\beta \leq 0,03$ | |

Visibilità notturna dei segnali verticali (Coefficiente di retroriflessione R_A). Per la misura della visibilità notturna dei segnali verticali, il cui materiale retroriflettente della faccia a vista sono microsfere di vetro, si utilizza la procedura specificata nel quaderno CIE 54.2 e si utilizza un illuminante normalizzato codificato con la lettera "A". La Tabella 25, di cui al prospetto 3 della norma armonizzata, è attualmente inclusa nella Linea Guida UNI 11480 "Linea guida per la definizione di requisiti tecnico funzionali della segnaletica verticale (permanente) in applicazione alla UNI EN 128991:2008". Il Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, con le "istruzioni e linee guida per la fornitura e posa in opera della segnaletica orizzontale" del 5 agosto 2013, Prot. n. 4867/RU, in merito al materiale retroriflettente della faccia a vista dei segnali, precisa che " può essere utilizzata anche la classe inferiore RA1 (v. prospetto 3 della norma armonizzata), ma solo limitatamente ai casi in cui ciò è consentito (v. art. 79, cc. 10, 11, 12 e 13, del Regolamento), e ove sia prevista una vita utile del segnale stradale inferiore ai 10 anni".

La versione più recente della UNI 11480, integra tale indicazione, contemplando tra le varie tipologie di pellicole, a microsfere e a microprismi, anche quelle di classe RA1.

La pellicola retroriflettente, classificata nella norma UNI EN 12899-1 con la sigla RA1, corrisponde alla pellicola a microprismi classificata dalla UNI 11480 con la definizione di "materiale retroriflettente di prestazione inferiore", omologa della pellicola realizzata con tecnologia a microsfere e definita nel Disciplinare Tecnico del MIT del mese di marzo del 1995 come "pellicola retroriflettente a normale risposta luminosa".

In merito alla scelta del tipo di pellicola rifrangente da adottare, il Regolamento di esecuzione e attuazione del nuovo Codice della strada (DPR 495/1992), al riguardo esplicita i criteri da osservare:

- l'importanza del segnale;
- il messaggio trasmesso all'utente ai fini della sicurezza;
- l'ubicazione e l'altezza rispetto alla carreggiata;
- la velocità locale prescritta;
- l'illuminazione esterna;
- le caratteristiche climatiche;
- il posizionamento del segnale in relazione alle condizioni orografiche o planoaltimetriche dell'itinerario stradale.

Tabella 25: Coefficiente di retroriflessione RA (unità: cd lx-1 m-2) - Classe RA1

| Angoli di misura | | Colori | | | | | | | |
|--------------------------|----------------------------|--------|--------|-------|-------|-----|-------------|-------------|--------|
| Osservazione α | Illuminazione β_1 | Bianco | Giallo | Rosso | Verde | Blu | Marro ne | Aranci o | Grigio |
| 12' | 5° | 70 | 50 | 14,5 | 9 | 4 | 1 | 25 | 42 |
| | 30° | 30 | 22 | 6 | 3,5 | 1,7 | 0,3 | 10 | 18 |
| | 40° | 10 | 7 | 2 | 1,5 | 0,5 | # | 2,2 | 6 |
| 20' | 5° | 50 | 35 | 10 | 7 | 2 | 0,6 | 20 | 30 |
| | 30° | 24 | 16 | 4 | 3 | 1 | 0,2 | 8 | 14,4 |
| | 40° | 9 | 6 | 1,8 | 1,2 | # | # | 2,2 | 5,4 |
| 2° | 5° | 5 | 3 | 1 | 0,5 | # | # | 1,2 | 3 |
| | 30° | 2,5 | 1,5 | 0,5 | 0,3 | # | # | 0,5 | 1,5 |
| | 40° | 1,5 | 1 | 0,5 | 0,2 | # | # | # | 0,9 |

Nota: il simbolo “#” indica un valore > 0, ma non significativo o applicabile.

La tabella di cui al prospetto 4 della norma armonizzata UNI EN 12899-1 è inclusa nella norma volontaria UNI 11480 ed è relativa ai materiali retroriflettenti definiti “di livello prestazionale di base”, livello corrispondente alle pellicole di Classe 2 realizzate con tecnologia a microsferi e più note come “*pellicole retroriflettenti ad alta risposta luminosa*” di cui al Disciplinare Tecnico del MIT del mese di marzo 1995. I valori di RA, relativi alla visibilità notturna, riportati per i vari colori nella Tabella n. 26, sono quelli contemplati dall'art. 79, comma 12, del Regolamento: “*L'impiego delle pellicole rifrangenti ad elevata efficienza (classe 2) è obbligatorio nei casi in cui è esplicitamente previsto, e per i*

segnali: dare precedenza, fermarsi e dare precedenza, dare precedenza a destra, divieto di sorpasso, nonché per i segnali di preavviso e di direzione di nuova installazione. Il predetto impiego è facoltativo per i segnali: divieto di accesso, limiti di velocità, direzione obbligatoria, delineatori speciali”, e ove sia prevista una vita utile del segnale stradale uguale a 10 anni. Nel prospetto 4 della UNI EN 12899-1 le prestazioni di visibilità notturna dei materiali retroriflettenti della faccia a vista realizzata con tecnologia a microsfele, sono classificate “RA2”.

Tabella 26: Coefficiente di retroriflessione RA (unità: cd lx-1 m-2) - Classe RA2

| Angoli di misura | | Colori | | | | | | | |
|--------------------------|----------------------------|--------|--------|-------|-------|-----|---------|---------|--------|
| Osservazione α | Illuminazione β_1 | Bianco | Giallo | Rosso | Verde | Blu | Marrone | Arancio | Grigio |
| 12' | 5° | 250 | 170 | 45 | 45 | 20 | 12 | 100 | 125 |
| | 30° | 150 | 100 | 25 | 25 | 11 | 8.5 | 60 | 75 |
| | 40° | 110 | 70 | 15 | 12 | 8 | 5 | 29 | 55 |
| 20' | 5° | 180 | 120 | 25 | 21 | 14 | 8 | 65 | 90 |
| | 30° | 100 | 70 | 14 | 12 | 8 | 5 | 40 | 50 |
| | 40° | 95 | 60 | 13 | 11 | 7 | 3 | 20 | 47 |
| 2° | 5° | 5 | 3 | 1 | 0,5 | 0,2 | 0,2 | 1,5 | 2,5 |
| | 30° | 2,5 | 1,5 | 0,4 | 0,3 | # | # | 1 | 1,2 |
| | 40° | 1,5 | 1 | 0,3 | 0,2 | # | # | # | 0,7 |

Nota: - il simbolo “#” indica un valore > 0, ma non significativo o applicabile;

- nella Tabella 26 è stata omessa la colonna di valori di R_A relativa al colore verde scuro.

Il Coefficiente di retroriflessione R_A di tutti i colori ottenuti con **stampa serigrafica** sul colore bianco di base, eccetto il bianco, non deve essere inferiore al 70% dei valori riportati nelle Tabelle nn. ~~26~~ 25 e 26, per i segnali di classe RA1 e RA2.

Durabilità. Per verificare la costanza delle prestazioni nel tempo della visibilità diurna e notturna dei materiali retroriflettenti realizzati con la faccia a vista con la tecnologia a microsfele di vetro, la norma armonizzata prescrive due modalità di verifica: l’invecchiamento naturale, con esposizione dei campioni per 3 anni inclinati a 45° rivolti verso sud, in conformità al Metodo A della UNI EN ISO 877-1, e l’invecchiamento artificiale per un periodo di tempo pari a 2000 ore, in conformità alla norma UNI EN ISO 4892-2, utilizzando i parametri prescritti nel prospetto 5 della UNI EN 12899-1.

Al termine della prova di invecchiamento prescelta, naturale o strumentale, le coordinate cromatiche ed il fattore di luminanza di ciascun colore previsto nella Tabella 24, non dovrà subire variazioni: per quanto attiene alla visibilità diurna dei segnali, il fattore di luminanza dovrà essere uguale o maggiore dei valori prescritti per i campioni tal quali e le coordinate cromatiche dovranno essere contenute nel box cromatico definito per ciascun colore; per quanto riguarda la visibilità notturna, le caratteristiche fotometriche, elencate per ciascun colore per le pellicole di classe RA1 e RA2 nelle Tabelle 25 e 26, misurate con un angolo di osservazione di 20' e con gli angoli di illuminazione di 5° e 30°, **non dovranno essere minori dell'80%** dei valori elencati nelle predette tabelle.

Coefficiente di retroriflessione R_A dei segnali stradali verticali al termine degli anni di esposizione in condizioni normali di utilizzo. Dopo la prova di invecchiamento naturale o accelerato, ovvero al termine dei 7 anni e 10 anni di durata garantita dei segnali, il coefficiente R_A delle pellicole di classe RA1 e RA2, misurato con gli angoli di osservazione e illuminazione prescritti, non dovrà **essere inferiore ai valori indicati rispettivamente nelle Tabelle nn. 27 e 28.**

Tabella 27: Coefficiente di retroriflessione R_A (unità: cd lx-1 m-2) - Classe RA1 – Al termine dei 7 anni di esposizione in condizioni normali di utilizzo

| Angoli di misura | | Colori | | | | | | | |
|-----------------------|-------------------------|--------|--------|-------|-------|-----|-------------|-------------|--------|
| Osservazione α | Illuminazione β_1 | Bianco | Giallo | Rosso | Verde | Blu | Marro ne | Aranci o | Grigio |
| 20' | 5° | 40 | 28 | 8 | 5,6 | 2 | 0,48 | 16 | 24 |
| | 30° | 19,2 | 12,8 | 3,2 | 2,4 | 1 | 0.16 | 6,4 | 11,5 |

Tabella 28: Coefficiente di retroriflessione R_A (unità: cd lx-1 m-2) - Classe RA2 – Al termine dei 10 anni di esposizione in condizioni normali di utilizzo

| Angoli di misura | | Colori | | | | | | | |
|-----------------------|-------------------------|--------|--------|-------|-------|------|---------|-------------|--------|
| Osservazione α | Illuminazione β_1 | Bianco | Giallo | Rosso | Verde | Blu | Marrone | Aranci o | Grigio |
| 20' | 5° | 144 | 96 | 20 | 16,8 | 11,2 | 6,4 | 52 | 72 |
| | 30° | 80 | 56 | 11,2 | 9,6 | 6,4 | 4 | 32 | 40 |

Il Coefficiente di retroriflessione R_A di tutti i colori ottenuti con stampa serigrafica sul colore bianco di base, eccetto il bianco, dopo la prova di invecchiamento naturale o accelerato,

ovvero al termine dei 7 anni e 10 anni di durata garantiti dei segnali, non deve essere inferiore al **56%** dei valori riportati nelle Tabelle nn. 26 e 27, per i segnali di classe RA1 e RA2, relativamente alle misure effettuate ad un angolo di osservazione di 20' e un angolo di illuminazione di 5° e 30°.

Per quanto concerne la garanzia sulla durabilità del materiale retroriflettente della faccia a vista del segnale, l'appaltatore si dovrà assicurare e dovrà darne evidenza con la relativa certificazione, che **le prestazioni colorimetriche e fotometriche delle pellicole di classe RA1, incluse le pellicole di livello prestazionale inferiore realizzate con tecnologia a microprismi, avranno una durata minima di 7 anni e le pellicole di classe RA2, incluse le pellicole di livello prestazionale base realizzate con tecnologia a microprismi, avranno una durata minima di 10 anni**, al termine dei relativi periodi le coordinate cromatiche e il fattore di luminanza saranno ancora coerenti con i valori elencati nella Tabella n. 24, mentre valori fotometrici saranno uguali o maggiori ai valori indicati nelle Tabelle nn. 27 e 28.

Come previsto dal paragrafo 9.2 della UNI EN 12998-1, le pellicole retroriflettenti utilizzate per la realizzazione dei segnali stradali verticali permanenti, devono avere un marchio di identificazione visibile e durevole, un tempo analogo a quello che il fabbricante o il fornitore garantiscono per la durata del prodotto. Il marchio deve contenere:

- il logo o il nome del fabbricante;
- il codice identificativo del prodotto;
- la classe di prestazione e, come informazione supplementare,
- gli anni di garanzia della durata della pellicola, 7 anni (RA1) o 10 anni (RA2) per le pellicole realizzate con la tecnologia a microsfere di vetro e per le pellicole realizzate con la tecnologia a microprismi.

Caratteristiche tecnologiche del materiale retroriflettente della faccia a vista realizzata con tecnologia in microsfere di vetro

Resistenza all'impatto. La prova ha la finalità di verificare la resistenza delle pellicole agli urti accidentali di inerti o altri corpi di modeste dimensioni proiettati verso il materiale retroriflettente della faccia a vista. La pellicola, sottoposta all'impatto di una massa di 450 g lasciata cadere da un'altezza di 220 mm, non deve presentare incrinature e/o delaminazione fuori da un cerchio con raggio di 6 mm dal centro del punto di impatto.

Sostanze pericolose. I materiali utilizzati nei prodotti (inchiostri serigrafici, pigmenti per la colorazione del materiale plastico, altre sostanze utilizzate nel processo di fabbricazione del prodotto) non devono rilasciare alcuna sostanza pericolosa in eccesso rispetto ai livelli consentiti dalla normativa comunitaria (SVHC delRegistration, Evaluation, Authorisation of Chemicals - REACH) o da quella nazionale.

Le pellicole retroriflettenti dovranno essere dotate di un sistema anticondensa, così come richiesto dal Committente, che, oltre alle caratteristiche fotometriche e prestazionali di cui al D.M. 31/3/1995, sarà composta da materiali tali da evitare la formazione di condensa sul segnale stesso durante l'arco delle 24 ore. Detta caratteristica è definita da un angolo di contatto delle gocce d'acqua sul segnale stesso non superiore a 20° (venti gradi). Detta misurazione si intende effettuata con strumenti per misura delle tensioni superficiali "Krus" con acqua distillata ed alla temperatura di 22 gradi.

In tal caso tali caratteristiche dovranno essere attestate nel rapporto di prova, rilasciato da un Istituto di misura previsto dal D.M. 31/03/1995. Oltre quanto riportato sopra, dovrà essere presentata una relazione tecnica, relativa alla valutazione della effettiva proprietà anticondensa, rilasciata da un istituto di misura previsto nel D.M. 31/3/95. Tale misura dovrà essere condotta su segnali installati all'aperto in esposizione normale verticale.

Le pellicole dovranno essere conformi alle più recenti normative tra cui la UNI 11480:2013 e UNI EN 12899-1:2008.

2.2.2 Segnali verticali permanenti con materiale retroriflettente della faccia a vista di livello prestazionale superiore

Caratteristiche prestazionali del materiale retroriflettente della faccia a vista realizzata con tecnologia a microprismi

Visibilità diurna dei segnali verticali (Coordinate cromatiche e fattore di luminanza). Per i prodotti realizzati con materiali retroriflettenti con la tecnologia a microprismi non esiste un mandato dell'Unione europea per redigere una norma armonizzata. Le prestazioni dei materiali retroriflettenti microprismatici sono riportati nella Valutazione Tecnica Europea (European Technical Approval) di pertinenza, così come indicato nel punto 4.2 della UNI EN 12899-1. Nel caso in cui l'oggetto dell'appalto contempli l'utilizzo di materiali non coperti dalla norma armonizzata, l'appaltatore dovrà fornire la dichiarazione di prestazione (DoP)

redatta dal fabbricante e la Valutazione Tecnica Europea rilasciata da un Organismo autorizzato (TAB). In Italia sono state emanate dall'UNI due norme volontarie afferenti tale tipologia di prodotti: la UNI 11122:2004 "Caratteristiche prestazionali dei materiali per segnaletica verticale con tecnologia a microprismi" e la UNI 11480:2016 "Linea guida per la definizione di requisiti tecnico funzionali della segnaletica verticale (permanente) in applicazione alla UNI EN 128991:2008". Le seguenti tabelle sono desunte dalle due norme volontarie e rappresentano le prestazioni richieste dal presente Capitolato, inerenti la visibilità diurna, quella notturna e le caratteristiche tecnologiche dei segnali verticali forniti dall'appaltatore. Le coordinate cromatiche delle pellicole realizzate con faccia vista retroriflettente con tecnologia a microprismi sono quelle riportate nella tabella 24.

Visibilità notturna dei segnali verticali (Coefficiente di retroriflessione). Per la misura della visibilità notturna dei segnali verticali, il cui materiale retroriflettente della faccia a vista è realizzato con la tecnologia a microprismi, si utilizza la procedura specificata nel quaderno CIE 54.2 e si utilizza un illuminante normalizzato codificato con la lettera "A". I valori di R_A richiesti per tali prodotti sono riportati nella seguente tabella:

Tabella29: Coefficiente di retroriflessione R_A (unità: cd lx⁻¹ m⁻²) dei materiali retroriflettenti di livello prestazionale superiore di cui al prospetto 5 della UNI 11480:2016

| Angoli di misura | | Colori | | | | | |
|--------------------------|----------------------------|--------|--------|-------|-------|-----|---------|
| Osservazione α | Illuminazione β_1 | Bianco | Giallo | Rosso | Verde | Blu | Arancio |
| 20' | 5° | 300 | 195 | 60 | 30 | 19 | 150 |
| | 20° | 240 | 155 | 48 | 24 | 16 | 120 |
| | 30° | 165 | 110 | 33 | 17 | 11 | 83 |
| | 40° | 30 | 20 | 6 | 3 | 2 | 15 |
| 1° | 5° | 35 | 23 | 7 | 3,5 | 2,5 | 18 |
| | 20° | 30 | 20 | 6 | 3 | 2 | 15 |
| | 30° | 20 | 13 | 4 | 2 | 1,5 | 10 |
| | 40° | 3,5 | 2 | 1 | # | # | 2 |
| 1,5° | 5° | 15 | 10 | 3 | 1,5 | 1 | 7,5 |
| | 20° | 13 | 8 | 2,5 | 1 | # | 6,5 |
| | 30° | 9 | 6 | 2 | # | # | 4,5 |
| | 40° | 1,5 | 1 | # | # | # | 1 |

Nota: - il simbolo "#" indica un valore > 0, ma non significativo o applicabile;

- i colori marroni e grigio non sono contemplati.

Il coefficiente di retroriflessione di tutti i colori stampati e realizzati con trasparenti protettivi adesivi, eccetto il colore bianco, non deve essere minore del 70% dei valori riportati nella Tabella n. 29 relativa ai materiali con faccia a vista di livello prestazionale superiore.

Caratteristiche tecnologiche del materiale retroriflettente della faccia a vista realizzata con tecnologia a microprismi

La pellicola a microprismi è costituita da un sistema ottico monocomponente, è cioè realizzata con un elevato numero di prismi triedri trirettangoli con una orientazione predeterminata. Il sistema è costituito da una pellicola trasparente superiore che svolge il doppio ruolo di protettivo e di sistema portante il dispositivo ottico. Nella superficie inferiore del film di resina trasparente è stata incisa con appositi stampi, la struttura a microprismi triedri. Lo strato attivo è saldato su un supporto il quale a sua volta, nella parte posteriore, è rivestito con uno strato adesivo protetto dal liner.

L'adozione di pellicole a microprismi per la realizzazione dei segnali stradali, diversamente dalle pellicole che utilizzano il sistema delle sfere di vetro, si presta a un preventivo lavoro di progettazione in funzione della risposta luminosa che si vuole ottenere, in relazione alla distanza visuale dell'osservatore e all'angolo di illuminazione del segnale: in pratica il prodotto si può modellare in funzione dell'obiettivo di visibilità del segnale che si vuole conseguire.

Se comparata con le prestazioni luminose rilevabili nella tradizionale pellicola di classe RA2, contemplate dalla UNI EN 12899-1, il comportamento della pellicola microprismatica, realizzata per avere elevati valori di retroriflessione nelle brevi distanze, presenta notevoli valori di retroriflessione anche alle medie distanze (90 - 180 m). Inoltre, tali pellicole microprismatiche presentano una buona risposta luminosa anche per elevati angoli d'illuminazione (oltre i 40°), ma necessitano di una particolare attenzione durante la fase di montaggio sul supporto, poiché la risposta luminosa dei microprismi può essere modificata dall'orientazione della pellicola: per tale motivo i costruttori **indicano con una freccia d'orientazione la direzione di stesa** della pellicola sul supporto al fine di sfruttare più efficacemente l'azione dei riflettori ottici.

Durabilità. Per verificare la costanza delle prestazioni nel tempo della visibilità diurna e notturna dei materiali retroriflettenti realizzati con la faccia a vista con la tecnologia a microprismi, la norma volontaria UNI 11480, suggerisce due modalità di verifica:

l'invecchiamento naturale, con esposizione dei campioni per 3 anni inclinati a 45° rivolti verso sud, in conformità al Metodo A della UNI EN ISO 877-1, e l'invecchiamento artificiale per un periodo di tempo pari a 2000 ore, in conformità alla norma UNI EN ISO 4892-2, utilizzando i parametri prescritti nel prospetto 5 della UNI EN 12899-1.

Al termine della prova di invecchiamento prescelta, naturale o strumentale, le coordinate cromatiche ed il fattore di luminanza di ciascun colore previsto nella Tabella 24, non dovrà subire variazioni: per quanto attiene alla visibilità diurna dei segnali, il fattore di luminanza non dovrà essere inferiore ai valori prescritti per i campioni tal quali e le coordinate cromatiche dovranno essere contenute nel box cromatico definito per ciascun colore; per quanto riguarda la visibilità notturna, le caratteristiche fotometriche, elencate per ciascun colore nella Tabella 30, misurate con un angolo di osservazione di 20' e con gli angoli di illuminazione di 5° e 30°, **non dovranno essere minori dell'80%** dei valori elencati nella predetta tabella. Per quanto concerne la garanzia sulla durabilità del materiale retroriflettente della faccia a vista del segnale, l'appaltatore si dovrà assicurare e dovrà darne evidenza con la relativa certificazione, che **le prestazioni colorimetriche e fotometriche delle pellicole di classe prestazionale superiore con tecnologia a microprismi avranno un durata minima di 12 anni** e, al termine del relativo periodo, le coordinate cromatiche e il fattore di luminanza saranno ancora coerenti con i valori elencati nella Tabella 24, mentre valori fotometrici saranno uguali o maggiori al limite percentuale indicato per le prove di invecchiamento (v. Tabella 30).

Coefficiente di retroriflessione R_A dei segnali stradali verticali, realizzati con materiali retroriflettenti di livello prestazionale superiore, al termine degli anni di esposizione in condizioni normali di utilizzo. Dopo la prova di invecchiamento naturale o accelerato, ovvero al termine 12 anni di durata garantita dei segnali, il coefficiente R_A delle pellicole di classe prestazionale superiore, misurato con gli angoli di osservazione e illuminazione prescritti, non dovrà essere inferiore ai valori indicati nella Tabella n. 30-

Tabella30: Coefficiente di retroriflessione R_A (unità: cd lx-1 m-2) dei segnali realizzati con materiali retroriflettenti di livello prestazionale superiore, al termine dei 12 anni di esposizione in condizioni normali di utilizzo

| Angoli di misura | | Colori | | | | | |
|--------------------------|----------------------------|--------|--------|-------|-------|------|-----------|
| Osservazione α | Illuminazione β_1 | Bianco | Giallo | Rosso | Verde | Blu | Arancione |
| 20' | 5° | 240 | 156 | 48 | 24 | 15,2 | 120 |

| | | | | | | | |
|--|-----|-----|----|------|------|-----|------|
| | 30° | 132 | 88 | 26,4 | 13,6 | 8,8 | 66,4 |
|--|-----|-----|----|------|------|-----|------|

Il Coefficiente di retroriflessione R_A di tutti i colori ottenuti con stampa serigrafica sul colore bianco di base, eccetto il bianco, dopo la prova di invecchiamento naturale o accelerato, ovvero al termine dei 12 anni di durata garantita dei segnali, non deve essere inferiore al **56%** dei valori riportati nella Tabella n. 30, relativamente alle misure effettuate ad un angolo di osservazione di 20' e di illuminazione di 5° e 30°.

Anche il materiale retroriflettente della faccia a vista, realizzato con la tecnologia a microprismi, deve avere un marchio di identificazione visibile e durevole per un periodo di tempo analogo a quello che il fabbricante o il fornitore garantiscono per la durata del prodotto. Il marchio deve contenere:

- il logo o il nome del fabbricante;
- il codice identificativo del prodotto;
- l'indicazione che si tratta di materiali di classe prestazionale superiore,
- gli anni di garanzia della durata della pellicola, **12** anni.

Resistenza all'impatto. La prova ha la finalità di verificare la resistenza delle pellicole agli urti accidentali di inerti o altri corpi di modeste dimensioni proiettati verso il materiale retroriflettente della faccia a vista. La pellicola, sottoposta all'impatto di una massa di 450 g lasciata cadere da un'altezza di 220 mm, non deve presentare incrinature e/o delaminazione fuori da un cerchio con raggio di 6 mm dal centro del punto di impatto.

Sostanze pericolose. I materiali utilizzati nei prodotti (inchiostri serigrafici, pigmenti per la colorazione del materiale plastico, adesivi, solventi e altre sostanze utilizzate nel processo di fabbricazione del prodotto) non devono rilasciare alcuna sostanza pericolosa in eccesso rispetto ai livelli consentiti dalla normativa comunitaria (SVHC *delRegistration, Evaluation, Authorisation of Chemicals - REACH*) o da quella nazionale.

2.2.3 Segnali verticali permanenti con materiale fluoro-rifrangente della faccia a vista di livello prestazionale superiore

Caratteristiche prestazionali del materiale fluoro-rifrangente della faccia a vista realizzata con tecnologia a microprismi

Visibilità diurna dei segnali verticali (Coordinate cromatiche e fattore di luminanza). In merito ai materiali fluoro-rifrangenti della faccia a vista realizzati con la tecnologia a microprismi, non è stato ancora approvato un mandato della Commissione Europea per redigere una norma armonizzata. Come già accennato nel precedente paragrafo, le prestazioni dei materiali retroriflettenti microprismatici, in assenza di copertura da parte della Commissione, sono riportati nella Valutazione Tecnica Europea (European Technical Approval) così come indicato nel punto 4.2 della UNI EN 12899-1. Nel caso in cui l'oggetto dell'appalto contempli l'utilizzo di materiali non coperti dalla norma armonizzata, l'appaltatore dovrà fornire la dichiarazione di prestazione (DoP) del fabbricante e la Valutazione Tecnica Europea rilasciata da un Organismo riconosciuto (TAB). In merito alle pellicole realizzate con superfici fluoro-rifrangenti, l'UNI ha emanato due norme volontarie afferenti anche a tale tipologia di prodotti: la UNI 11122:2004 "Caratteristiche prestazionali dei materiali per segnaletica verticale con tecnologia a microprismi" e la UNI 11480:2016 "Linea guida per la definizione di requisiti tecnico funzionali della segnaletica verticale (permanente) in applicazione alla UNI EN 128991:2008". Le seguenti tabelle sono desunte dalle due norme volontarie e rappresentano le prestazioni richieste dal presente Capitolato, inerenti la visibilità diurna, quella notturna e le caratteristiche tecnologiche dei segnali verticali fluoro-rifrangenti forniti dall'appaltatore.

Tabella31: Coordinate cromatiche in condizioni diurne e fattori di luminanza dei materiali fluoro-rifrangenti di livello prestazionale superiore – Prospetto 2 della UNI 11480:2016

| Colore | Coordinate dei 4 punti che delimitano le zone consentite (regioni colorimetriche) nel diagramma colorimetrico CIE 1931 - Illuminante D65 – Geometria 45/0 | | | | | Fattore di luminanza β |
|--------------|---|-------|-------|-------|-------|------------------------------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| Giallo | x | 0,521 | 0,557 | 0,479 | 0,454 | $\geq 0,38$ |
| | y | 0,424 | 0,442 | 0,520 | 0,491 | |
| Arancio | x | 0,595 | 0,645 | 0,570 | 0,531 | $\geq 0,25$ |
| | y | 0,351 | 0,355 | 0,429 | 0,414 | |
| Giallo Verde | x | 0,387 | 0,460 | 0,438 | 0,376 | $\geq 0,60$ |
| | y | 0,610 | 0,540 | 0,508 | 0,568 | |

Nota: per i 3 colori di cui al prospetto 31, sono accettabili anche i valori rientranti nel prospetto 2 della UNI 11122:2004.

Visibilità notturna dei segnali verticali (Coefficiente di retroriflessione). Per la misura della visibilità notturna dei segnali verticali, il cui materiale fluoro-rifrangente della faccia a vista

è realizzato con la tecnologia a microprismi, si utilizza la procedura specificata nel quaderno CIE 54.2 e si utilizza un illuminante normalizzato codificato con la lettera "A". I valori di R_A richiesti per tali prodotti sono riportati nella seguente tabella:

Tabella 32: Coefficiente di retroriflessione R_A (unità: $cd\ lx^{-1}\ m^{-2}$) dei materiali fluoro-rifrangenti di livello prestazionale superiore

| Angoli di misura | | Colori fluoro-rifrangenti | | |
|-----------------------|-------------------------|---------------------------|---------|----------------|
| Osservazione α | Illuminazione β_1 | Giallo | Arancio | Giallo - Verde |
| 20' | 5° | 180 | 90 | 240 |
| | 20° | 18 | 9 | 24 |
| | 30° | 12 | 6 | 16 |
| | 40° | 2 | 1 | 2,8 |
| 1° | 5° | 21 | 10,5 | 2,8 |
| | 20° | 18 | 9 | 24 |
| | 30° | 12 | 6 | 16 |
| | 40° | 2 | 1 | 2,8 |
| 1,5° | 5° | 9 | 4,5 | 12 |
| | 20° | 7,8 | 3,9 | 10,4 |
| | 30° | 5,4 | 2,7 | 7,2 |
| | 40° | 1 | 0,5 | 1,2 |

Il coefficiente di retroriflessione di tutti i colori stampati e realizzati con trasparenti protettivi adesivi, non deve essere minore del 70% dei valori riportati nella Tabella 32 relativa ai materiali con faccia a vista fluoro-rifrangente.

Caratteristiche tecnologiche del materiale fluoro-rifrangente della faccia a vista realizzata con tecnologia a microprismi

Le pellicole realizzate con superfici fluoro-rifrangenti, cioè aventi le caratteristiche ottiche di rifrangenza e fluorescenza, hanno la proprietà di assorbire la radiazione dell'ultravioletto ed emetterla nell'intervallo della luce visibile. Le pellicole sono usualmente colorate di giallo, giallo verde o arancio, i colori dove è più elevata la sensibilità dell'apparato visivo dei conducenti. Tale tipo di pellicole si prestano ad essere utilizzate in quelle situazioni in cui le caratteristiche climatiche dei luoghi, dove si articola l'andamento plani-altimetrico del nastro stradale, rendono difficoltosa la visibilità dei segnali da parte degli utenti (presenza

di nebbia, presenza di foschia, cielo frequentemente coperto, presenza di particolato sospeso, ecc.). L'uso delle pellicole fluoro-rifrangenti è anche indicato per incrementare la luminanza del segnale nelle aree urbane dove è presente un'eccessiva illuminazione ambientale che limita il contrasto di luminanza tra lo sfondo e la superficie dei segnali, in modo particolare nelle brevi distanze (angolo di osservazione di 1° e 1,5°), mentre nelle aree extraurbane, nelle predette condizioni atmosferiche, si ha un aumento della visibilità del segnale da parte dell'utente (angolo di osservazione di 12' e 20'). Per la descrizione delle caratteristiche tecniche della pellicola a microprismi si rinvia al relativo paragrafo.

Durabilità. Per verificare la costanza delle prestazioni nel tempo della visibilità diurna e notturna dei materiali retroriflettenti realizzati con la faccia a vista fluoro-rifrangente con la tecnologia a microprismi, la norma volontaria UNI 11480, suggerisce due modalità di verifica: l'invecchiamento naturale, con esposizione dei campioni per 3 anni inclinati a 45° rivolti verso sud, in conformità al Metodo A della UNI EN ISO 877-1, e l'invecchiamento artificiale per un periodo di tempo pari a 2000 ore, in conformità alla norma UNI EN ISO 4892-2, utilizzando i parametri prescritti nel prospetto 5 della UNI EN 12899-1.

Al termine della prova di invecchiamento prescelta, naturale o strumentale, le coordinate cromatiche ed il fattore di luminanza di ciascun colore previsto nella Tabella 31, non dovrà subire variazioni; per quanto attiene alla visibilità diurna dei segnali, il fattore di luminanza non dovrà essere inferiore ai valori prescritti per i campioni tal quali e le coordinate cromatiche dovranno essere contenute nel box cromatico definito per ciascun colore; per quanto riguarda la visibilità notturna, le caratteristiche fotometriche, elencate per ciascun colore nella Tabella 32, misurate con un angolo di osservazione di 20' e con gli angoli di illuminazione di 5° e 30°, **non dovranno essere minori dell'80%** dei valori elencati nella predetta tabella.

Per quanto concerne la garanzia sulla durabilità del materiale retroriflettente della faccia a vista del segnale, l'appaltatore si dovrà assicurare e dovrà darne evidenza con la relativa certificazione, che **le prestazioni colorimetriche e fotometriche delle pellicole di classe prestazionale superiore fluoro-rifrangente con tecnologia a microprismi avranno un durata minima di 10 anni** e, al termine del relativo periodo, le coordinate cromatiche e il fattore di luminanza saranno ancora coerenti con i valori elencati nella Tabella 31, mentre valori fotometrici saranno uguali o maggiori al limite percentuale indicato per le prove di invecchiamento.

Coefficiente di retroriflessione R_A dei segnali stradali verticali, realizzati con materiali fluoro-rifrangenti di livello prestazionale superiore, al termine degli anni di esposizione in condizioni normali di utilizzo. Dopo la prova di invecchiamento naturale o accelerato, ovvero al termine 10 anni di durata garantita dei segnali, il coefficiente R_A delle pellicole fluoro-rifrangenti di classe prestazionale superiore, misurato con gli angoli di osservazione e illuminazione prescritti, non dovrà essere inferiore ai valori indicati nella Tabella n. 33.

Tabella 33: Coefficiente di retroriflessione R_A (unità: $cd\ lx^{-1}\ m^{-2}$) di materiali fluoro-rifrangenti di livello prestazionale superiore al termine dei 10 anni di esposizione in condizioni normali di utilizzo

| Angoli di misura | | Colori fluoro-rifrangenti | | |
|--------------------------|----------------------------|---------------------------|---------|----------------|
| Osservazione α | Illuminazione β_1 | Giallo | Arancio | Giallo - Verde |
| 20' | 5° | 144 | 72 | 192 |
| | 30° | 9,6 | 4,8 | 12,8 |

Il Coefficiente di retroriflessione R_A di tutti i colori ottenuti con stampa serigrafica sul colore bianco di base, eccetto il bianco, dopo la prova di invecchiamento naturale o accelerato, ovvero al termine dei 10 anni di durata garantita dei segnali, non deve essere inferiore al **56%** dei valori riportati nella Tabella n. 32, relativamente alle misure effettuate ad un angolo di osservazione di 20' e un angolo di illuminazione di 5° e 30°.

Anche il materiale fluoro-rifrangente della faccia a vista, realizzato con la tecnologia a microprismi, deve avere un marchio di identificazione visibile e durevole per un periodo di tempo analogo a quello che il fabbricante o il fornitore garantiscono per la durata del prodotto. Il marchio deve contenere:

- il logo o il nome del fabbricante;
- il codice identificativo del prodotto;
- l'indicazione che si tratta di materiali di classe prestazionale superiore,
- gli anni di garanzia della durata della pellicola, **10** anni.

Resistenza all'impatto. La prova ha la finalità di verificare la resistenza delle pellicole agli urti accidentali di inerti o altri corpi di modeste dimensioni proiettati verso il materiale retroriflettente della faccia a vista. La pellicola, sottoposta all'impatto di una massa di 450 g

lasciata cadere da un'altezza di 220 mm, non deve presentare incrinature e/o delaminazione fuori da un cerchio con raggio di 6 mm dal centro del punto di impatto.

Sostanze pericolose. I materiali utilizzati nei prodotti (inchiostri serigrafici, pigmenti per la colorazione del materiale plastico, adesivi, solventi e altre sostanze utilizzate nel processo di fabbricazione del prodotto) non devono rilasciare alcuna sostanza pericolosa in eccesso rispetto ai livelli consentiti dalla normativa comunitaria (*SVHC delRegistration, Evaluation, Authorisation of Chemicals - REACH*) o da quella nazionale.

2.2.4 Pannelli, sostegni e fissaggi utilizzati per l'allestimento dei segnali verticali permanenti

2.2.4.1 Caratteristiche prestazionali

Segnaletica permanente

Per segnale si intende il pannello, cioè il supporto completo degli elementi di rinforzo e dei fissaggi, con applicato il materiale retroriflettente costituente la faccia a vista. Per segnale completo si intende invece l'insieme che include il segnale ed il sostegno (UNI EN 12899-1). I seguenti componenti dei segnali completi dovranno avere la marcatura CE in conformità alla UNI EN 12899-1:

- la pellicola retroriflettente applicata al supporto;
- il segnale;
- il sostegno.

Per quanto riguarda inoltre i componenti del segnale, materiali retroriflettenti delle facce a vista, pannelli e sostegni, essi dovranno essere conformi ai requisiti prestazionali definiti dalla norma UNI 11480, ad eccezione dei requisiti relativi alla spinta del vento, che dovranno essere della classe WL6 e, nelle zone più esposte, almeno della classe WL7, come raccomandato dalla Direttiva del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti n° 4867/RU del 5/8/2013. Sul retro dei segnali, oltre a quanto previsto dalla norma UNI EN 12899-1 (marchio CE), dovrà essere indicato quanto previsto dall'art. 77, comma 7, del Regolamento di esecuzione ed attuazione del Codice della strada, pubblicato con D.P.R. 16 dicembre 1992, n° 495 e succ. mod. Il segnale completo ovvero i suoi componenti devono essere forniti con il certificato di conformità CE, e riportare la marcatura CE di cui all'appendice ZA della Norma UNI EN 12899-1.

2.2.4.2 *Segnaletica temporanea*

Come previsto dalla Direttiva del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti n° 4867/RU del 5/8/2013, per la realizzazione delle facce a vista della segnaletica verticale temporanea dovrà ritenersi idoneo l'utilizzo di pellicole retroriflettenti che abbiano ottenuto la marcatura CE ai sensi della Norma armonizzata, senza alcun obbligo di ulteriori certificazioni, purché in coerenza con quanto previsto dal Regolamento e dal Decreto Ministeriale 10 luglio 2002 "Disciplinare tecnico relativo agli schemi segnaletici differenziati per categoria di strada da adottare per il segnalamento temporaneo".

2.2.4.3 *Prestazioni strutturali*

La norma armonizzata UNI EN 12899-1 elenca e descrive le prestazioni che le strutture e gli elementi di montaggio che costituiscono il "sistema" segnale verticale devono avere per soddisfare i requisiti essenziali prescritti dal Regolamento (UE) n. 305/2011. Tali strutture ed elementi possono essere realizzati in acciaio, alluminio, legno ed altri materiali, come le fibre polimeriche rinforzate e le materie plastiche (materiali elencati anche nelle *"Istruzioni e linee guida per la fornitura e posa in opera della segnaletica verticale"*, Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti - Agosto 2013).

Tutti i componenti che costituiscono il "sistema" segnale verticale (pannello, sostegni e fissaggi) devono sostenere la pressione dei carichi statici e dinamici dovuti a fattori esogeni a cui il sistema è sottoposto. In particolare, i carichi dinamici sono causati dalla spinta del vento e dalla rimozione della neve, mentre i carichi statici risultano dalla combinazione del peso dei singoli componenti del segnale finito quali il supporto, i rinforzi, i sostegni, i fissaggi, ecc.. Nel censimento dei carichi, sono inclusi anche quelli concentrati, quando sono interessate, dalla spinta dei vari fattori considerati, singole parti del sistema, ad esempio la neve che è premuta, in fase di rimozione, su una parte del segnale montato in modo asimmetrico su un singolo sostegno.

Le deformazioni da calcolare o determinare devono essere quelle tra il segnale e il sostegno, oppure tra sostegni e basamento. Le deformazioni da calcolare o verificare sono sia quelle temporanee dovute al carico del vento, sul pannello e sui sostegni, sia quelle permanenti dovute al carico del vento, al carico della neve dinamico, al carico concentrato e al carico statico.

La norma armonizzata prescrive che la verifica delle prestazioni può essere effettuata sia attraverso il calcolo, sia attraverso le prove, indicando in tal caso gli **eurocodici** dedicati ai singoli materiali, al fine di riscontrare la conformità del calcolo delle prestazioni strutturali

dei segnali e i loro sostegni e fissaggi. Inoltre, la norma elenca le procedure di prova per la verifica delle prestazioni fisiche dei segnali, i loro sostegni e fissaggi, relativamente alle prove da effettuare sui prototipi realizzati dai fabbricanti.

La norma non prende in considerazione le strutture di sostegno dei grandi portali poiché non ricadono nel campo di applicazione a cui è finalizzata la UNI EN 12899-1.

In riferimento alla norma armonizzata, integrata con le indicazioni della norma volontaria UNI 11480, incluse le rettifiche apportate alla norma volontaria dalla circolare del MIT sopraccitata, **le classi richieste dal presente Capitolato** afferenti le caratteristiche prestazionali strutturali previste per i segnali stradali verticali sono le seguenti:

Tabella 35: Prestazioni strutturali dei segnali stradali verticali – Pannelli e sostegni

| CARICHI - DEFORMAZIONI | PROSPETTO - PUNTO NORMA | CLASSE RICHIESTA | MATERIALI |
|---|----------------------------|------------------|--|
| Spinta del vento | 8 | WL6 WL7* | Acciaio e Alluminio o altri materiali di cui al prospetto 7 della UNI EN 12899-1 con i relativi valori di γ_m |
| Carico dinamico della neve | 9 | DSL1 | |
| Carichi concentrati | 10 | PL1 | |
| Deformazione temporanea massima del pannello - Flessione | 11 | TDB5 | |
| Deformazione temporanea massima dei sostegni – Torsione** | 12 | TDT3 | |
| Deformazioni permanenti | 5.4.2 | <= 20% di TDB5 | |

* In zone particolarmente esposte

** Il prospetto 12 si applica al singolo sostegno del segnale soggetto a torsione.

Requisiti dei pannelli, dei sostegni e dei fissaggi. I requisiti richiesti per gli elementi costituenti il sistema segnale sono elencati nelle Tabelle nn. 36 e 37.

Tabella 36: Caratteristiche prestazionali richieste per i pannelli

| PANNELLI | REQUISITI |
|-----------------------------------|---|
| Colore * del retro e del bordo | Il colore della parte posteriore e del bordo del pannello deve essere un colore neutro uniforme corrispondente al RAL 7016. |
| Tolleranze | Le dimensioni dei segnali devono essere conformi a quanto previsto dall'art. 80, comma 1, del DPR n. 495/92. La massima tolleranza ammissibile sulla misura nominale della faccia a vista del pannello è di +7 mm per i segnali con lato inferiore ai 900 mm e dell' 1% per i segnali con dimensioni superiori. |
| Raggio di curvatura | Il raggio di curvatura dei pannelli non deve essere < 10 mm. |
| Perforazione della faccia a vista | La faccia a vista del pannello non deve essere perforata per alcun motivo – La classe prescritta è la P3 (<i>Prospetto 13 della UNI EN 12899-1</i>). |
| Bordo del corpo del pannello | I supporti devono avere un bordo di classe E2 (<i>Prospetto 14 della UNI EN 12899-1</i>) L'altezza minima del bordo, misurata dall'esterno, deve essere per i supporti ≤ 3 m ² di 15 ± 3mm, per quelli > 3 m ² l'altezza deve essere di 20 ± 3mm. |
| Resistenza alla corrosione | Le superfici del pannello devono essere protetto dalla corrosione. La classe prescritta è la SP1 (<i>Prospetto 15 della UNI EN 12899-1</i>). La zincatura a caldo deve essere conforme alla ISO 1461 ovvero alla EN 10240. |

* Il colore RAL 7016 corrisponde al colore "grigio antracite" – Per il controllo con lo spettrocolorimetro, impostato sul sistema CIE 1931, le coordinate cromatiche sono le seguenti: Y = 2,907; x = 0,288; y = 0,320.

Tabella 37: Caratteristiche prestazionali richieste per i sostegni

| SOSTEGNI | REQUISITI |
|----------------------------|---|
| Parti superiori | I sostegni a sezione circolare cava devono essere sigillati ermeticamente in alto per impedire l'ingresso dell'acqua. |
| Resistenza alla corrosione | La classe di resistenza alla corrosione richiesta è la SP1 (<i>Prospetto 15 della UNI EN 12899-1</i>). La zincatura a caldo deve essere conforme alla ISO 1461 ovvero alla EN 10240. Qualunque parte di un sostegno in acciaio o alluminio che deve essere posta sotto terra deve avere un rivestimento protettivo. |

| | |
|------------|---|
| Fondazione | I sostegni a sezione circolare cava devono essere dotati di un dispositivo per impedire la rotazione a livello del suolo. |
|------------|---|

Per quanto concerne i **fissaggi**, questi devono essere compatibili con i sostegni così da impedire lo slittamento oppure la rotazione intorno al sostegno stesso. Qualora sia applicato lo specifico carico dinamico da rimozione neve, verticale o orizzontale, la prestazione strutturale deve essere analoga a quella indicata nella Tabella 35. I fissaggi devono essere protetti dalla corrosione e la classe di resistenza richiesta è la **SP1** (*Prospetto 15 della UNI EN 12899-1*). La zincatura a caldo deve essere conforme alla ISO 1461 ovvero alla EN 10240.

2.2.4.4 Caratteristiche tecniche

In merito alle caratteristiche tecniche e alle prestazioni richieste per i supporti, si rinvia all'apposito sottoparagrafo collocato in appendice al presente Capitolato (*Sottoparagrafo 24.13*). Le informazioni in merito alle caratteristiche tecniche dei supporti sono state mutate dalla "*Linea Guida per la realizzazione e fornitura di segnaletica verticale*" curata dall'Associazione (*Assosegnaletica*) che riunisce i produttori di segnaletica verticale e orizzontale aderenti ad **ANIMA** (Federazione di categoria che rappresenta in ambito Confindustria l'Industria Nazionale della *Meccanica Varia ed Affine*). La Linea Guida è attualmente in fase di revisione.

2.2.5 Strutture a portale per l'allestimento dei segnali verticali permanenti

I sostegni a portale, monopali, attraversanti (a cavalletto) o sovrastanti (a bandiera o a farfalla) la sede stradale, saranno realizzati in acciaio o in alluminio con struttura a traliccio.

I portali dovranno essere conformi alle norme EN 12899-1 e UNI EN 12767. Per quanto riguarda i materiali dovrà esserne garantita la tracciabilità.

Struttura a portale in acciaio

I sostegni a portale, saranno realizzati in acciaio del tipo S 275JR. Il trattamento protettivo sarà costituito da una zincatura a caldo in bagno di zinco in vasca secondo le norme UNI EN ISO 1461.

I portali dovranno corrispondere alle seguenti caratteristiche :

- Le strutture avranno l'altezza dei ritti tale da consentire un **franco utile di 5,50 m** dal piano viabile.
- Le strutture devono essere calcolate in base alla zona sismica e all'azione del vento sulla struttura completa di targhe secondo normativa vigente tenendo conto anche della installazione di eventuali pannelli segnaletici luminosi.
- Le strutture devono essere opportunamente sagomate, saldate e rinforzate con fazzoletti di adeguato spessore, rispettando le misure indicate nei relativi calcoli di stabilità che dovranno essere eseguiti da un tecnico progettista abilitato, secondo le vigenti disposizioni di legge incaricato a cura e spese dell'impresa. L'impresa sarà responsabile circa la stabilità delle strutture progettate ed installate.
- L'impresa dovrà garantire il controllo e la stabilità delle saldature secondo il proprio procedimento di saldatura conforme alla norma UNI EN 1418.
- Gli operatori impiegati per la realizzazione delle strutture saldate dovranno possedere il Certificato di Qualifica secondo la norma UNI EN 1418.
- I collegamenti delle strutture devono avvenire mediante flange di dimensioni adeguate e serrate con bulloni di classe 8.8 (verificabili con Chiave dinamometrica) e di sezione adeguate.
- Ancoraggio al plinto di fondazione in calcestruzzo mediante piastre, flange e tirafondi affogati nel calcestruzzo avente almeno di classe C25/30 per una profondità minima di 60 cm, tra loro connessi con collegamenti saldati.
- I plinti di fondazione devono essere armati con barre tonde ad aderenza migliorata del tipo specificato nel calcolo.
- Devono essere presentati alla DL: la relazione di calcolo del portale e del relativo plinto di fondazione con allegati i disegni esecutivi firmati in originale da un Ingegnere progettista iscritto all'Albo; la determinazione del peso effettivo della struttura, escluso l'armatura delle fondazioni e i supporti di rinforzo delle targhe (IPE).
- I calcoli di stabilità delle strutture a portale e della relativa fondazione, saranno a totale carico dell'Impresa, che rimane altresì l'unica responsabile **per un periodo di dieci anni** dalla data del Certificato di regolare esecuzione, della stabilità statica della struttura.
- Il dimensionamento delle strutture dovrà essere determinato dal progettista incaricato dall'Impresa ed approvato dalla DL secondo le predette procedure.

Struttura a portale in alluminio

I portali dovranno essere eseguiti in tralicci in lega di alluminio estruso che garantiscano un peso ridotto, non tossici e non sono soggetti a corrosione degli agenti atmosferici.

I portali dovranno corrispondere alle seguenti caratteristiche:

- Le strutture avranno l'altezza dei ritti tale da consentire un **franco utile di 5,50 m** dal

piano viabile.

- Le strutture devono essere calcolate in base alla zona sismica e all'azione del vento sulla struttura completa di targhe secondo normativa vigente tenendo conto anche della installazione di eventuali pannelli segnaletici luminosi.
- Le strutture devono essere opportunamente sagomate, saldate e rinforzate con fazzoletti di adeguato spessore, rispettando le misure indicate nei relativi calcoli di stabilità che dovranno essere eseguiti da un tecnico progettista abilitato, secondo le vigenti disposizioni di legge incaricato a cura e spese dell'impresa. L'impresa sarà responsabile circa la stabilità delle strutture progettate ed installate.
- L'impresa dovrà garantire il controllo e la stabilità delle saldature secondo il proprio Procedimento di saldatura conforme alla norma UNI EN 1418, Certificato da Ente abilitato.
- Gli operatori impiegati per la realizzazione delle strutture dovranno possedere il Certificato di Qualifica secondo la norma UNI EN 1418.
- I collegamenti delle strutture devono avvenire mediante flange di dimensioni adeguate e serrate con bulloni di classe 8.8 (verificabili con Chiave dinamometrica) e di sezione adeguate.
- Ancoraggio al plinto di fondazione in calcestruzzo mediante piastre, flange e tirafondi affogati nel calcestruzzo avente almeno $R_{ck} = 250 \text{ kg/cm}^2$ per una profondità minima di 60 cm, tra loro connessi con collegamenti saldati.
- I plinti di fondazione devono essere armati con barre tonde ad aderenza migliorata del tipo specificato nel calcolo.
- Devono essere presentati alla DL la relazione di calcolo del portale e del relativo plinto di fondazione con allegati disegni esecutivi firmati in originale da un Ingegnere progettista iscritto all'Albo. Determinazione del peso effettivo della struttura, escluso armatura delle fondazioni e supporti di rinforzo delle targhe (IPE) presso organi competenti, con presentazione di idoneo documento.
- I calcoli di stabilità delle strutture a portale e della relativa fondazione, saranno a totale carico dell'Impresa, che rimane altresì l'unica responsabile **per un periodo di dieci anni** dalla data del Certificato di regolare esecuzione, della stabilità statica della struttura.
- Il dimensionamento delle strutture dovrà essere determinato dal progettista incaricato dall'Impresa ed approvato dalla DL secondo le predette procedure.

Strutture tubolari

Le strutture tubolari del tipo "a cavalletto", "a bandiera", "a farfalla" o "a palo", per il sostegno di segnaletica stradale, saranno composte da profilati tubolari di produzione standard in S 275JR zincati a caldo e verniciati con prodotti per esterno, satinati opachi, della scala RAL come richiesta dalla DL.

- *Monopalo*: Traliccio di forma tronco-piramidale caratterizzato da un ingombro limitato alla base. La struttura metallica reticolare costituita da tubi a sezione circolare ha l'estremità alta che sborda superiormente alla targa al fine di accentuare l'elemento di verticalità e di consentire un collegamento visivo con la parte inferiore.
- *Bandiera*: Elemento della trave lenticolare, supportata da un pilastro in tubolari metallici a forma di cuneo, che emerge rispetto alla sagoma della trave. L'elemento della trave lenticolare sporge rispetto all'elemento verticale a richiamare la farfalla. L'appoggio di limitato ingombro può essere posizionato anche nelle situazioni più sfavorevoli. La bandiera può avere misure di sbraccio variabili.
- *Farfalla*: Elemento della trave lenticolare, supportata da un pilastro in tubolari metallici a forma di cuneo, che emerge rispetto alla sagoma della trave. L'appoggio di limitato ingombro può essere posizionato anche nelle situazioni più sfavorevoli. La farfalla può essere sia simmetrica sia asimmetrica con misure di sbraccio variabili.
- *Cavalletto*: Portale costituito da una doppia trave lenticolare sovrappassante la sede stradale in corrispondenza delle corsie più eventuale emergenza. I supporti, dovranno essere studiati per sopportare le sollecitazioni dovute, principalmente, all'azione del vento e dovrà essere verificato anche al fine di poter supportare l'inserimento delle targhe luminose a messaggio variabile.

2.3 Segnaletica Complementare

2.3.1 Delineatori normali

2.3.1.1 Caratteristiche prestazionali

Nel caso in cui i materiali costituenti i delineatori normali risultino adatti al riciclaggio, è necessario indicare sul delineatore anche il codice di riciclaggio secondo la direttiva europea 94/62/CE.

Prestazioni visive (visibilità diurna):

Tabella 38: Coordinate cromatiche e fattore di luminanza del colore della superficie del delineatore normale (UNI EN 12899-3)

| Colore | 1 | | 2 | | 3 | | 4 | | Fattore di luminanza β |
|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------------------------------|
| | x | y | x | y | x | y | x | y | |
| Bianco* | 0,350 | 0,360 | 0,300 | 0,310 | 0,290 | 0,320 | 0,340 | 0,370 | $\geq 0,75$ |
| Nero* | 0,385 | 0,355 | 0,300 | 0,270 | 0,260 | 0,310 | 0,345 | 0,395 | $\geq 0,06$ |

In base all'art. 173, comma 7 del DPR n. 495/1992 i colori prescritti sono il colore bianco per il corpo del delineatore normale e il colore nero per la fascia di 25 cm posta nella parte superiore del dispositivo.

Prestazioni fisiche:

Tabella 39:Requisiti fisici prescritti per il delineatore normale (UNI EN 12899-3)

| Requisito statico* | | Resistenza all'urto dinamico** | | Invecchiamento naturale*** |
|-------------------------|-------------------------|--------------------------------|-------------------------|--|
| Carico del vento | | Requisito materiale | Requisito funzionale | 2 anni di esposizione |
| Deformazione temporanea | Deformazione permanente | Deformazione permanente | Deformazione permanente | Delineatore inclinato a 45° rivolto verso sud |
| 5% | < 5% | ≤ 5% | ≤ 5% | Nessuna alterazione cromatica e nessuna rottura dopo la prova di resistenza all'urto |

* Con applicazione di un carico, nelle condizioni prescritte, pari a 0,42 kN/m² nella parte centrale del delineatore.

** Per determinare il "requisito materiale", il paraurti a pendolo, delle dimensioni prescritte, con l'estremità superiore a 150 mm rispetto alla parte più alta del delineatore, deve colpire il delineatore con una energia di 150 Nm.

** Per determinare il "requisito funzionale", il paraurti a pendolo, delle dimensioni prescritte, con l'estremità inferiore a 250 mm rispetto alla linea del suolo in cui è fissato il delineatore, deve colpire il delineatore con una energia di 300 Nm.

*** Dopo 2 anni di esposizione alla luce e alle condizioni climatiche naturali, il delineatore deve preservare il colore prescritto e non deve frantumarsi dopo essere stato sottoposto alla prova di resistenza all'urto dinamico con una energia d'urto pari a 150 Nm.

Tra le prestazioni fisiche non è prevista la *prova di resistenza alla corrosione* in quanto la tipologia di delineatore normale richiesta non comporta l'utilizzo di parti metalliche.

Nel presente Capitolato non sono trattati i gli aspetti relativi alla forma e alle dimensioni dei delineatori di margine classificati "D4", cioè quelli da fissare a strutture permanenti come ponti, barriere di protezione e guardrail. Le caratteristiche fotometriche,

colorimetriche e le prestazioni fisiche di tali dispositivi sono analoghe a quelle riportate in tabella per gli inserti catarifrangenti per i delineatori normali di margine.

2.3.1.2 Caratteristiche tecniche

I delineatori di margine secondo la norma europea UNI EN 12899-3. I delineatori normali di margine rientrano tra i segnali complementari stabiliti dall'art.42 del Nuovo Codice della Strada. Dovranno quindi avere i requisiti stabiliti dagli art. 172, 173 e 174 del Regolamento di esecuzione ed attuazione del Nuovo Codice, approvato con D.P.R. 16 dicembre 1992 n. 495 e successive modifiche e integrazioni.

Nel caso in cui i materiali o prodotti applicati nei lavori appaltati siano oggetto di norme europee armonizzate, cioè norme predisposte dall'Ente di normazione europeo (CEN) sulla base di un mandato (inteso come richiesta formale di normazione) della Commissione Europea e in cui è previsto l'apposizione del marchio "CE" sui prodotti, l'appaltatore, come di seguito indicato nel paragrafo specifico, dovrà produrre la certificazione contemplata prescritta dalla norma armonizzata e in possesso dei produttori o dei fornitori, prima dell'applicazione dei prodotti/materiali nel cantiere stradale.

In particolare, i delineatori normali di margine sono oggetto della marcatura "CE".

La norma UNI EN 12899-3 contempla che il fabbricante per poter immettere nel mercato europeo la segnaletica permanente deve aver adottato il sistema gestione qualità in base alla UNI EN ISO 9001, aver sottoposto alle verifiche di un organismo terzo tutta la filiera produttiva, rispettato tutte le condizioni e indicazione per la realizzazione dei delineatori normali conformi alla norma europea e, infine, aver ottenuto dall'organismo di certificazione la certificazione di conformità che autorizza il fabbricante ad apporre il marchio CE sui prodotti (il sistema di attestazione previsto per tale tipologia di prodotti è il n. 1). Il fabbricante o il suo rappresentante autorizzato nella EEA sono responsabili dell'applicazione della marcatura CE.

Il simbolo di marcatura CE da applicare deve essere conforme alla Direttiva 93/68/CE e **deve apparire sui delineatori normali** di margine (o, quando non è possibile, può essere applicato sull'etichetta di accompagnamento, sull'imballaggio o sui documenti commerciali di accompagnamento, per esempio la bolla di consegna).

La norma indica le informazioni che devono accompagnare il simbolo di marcatura CE:

- il numero di identificazione dell'organismo di certificazione;

- nome o marchio di identificazione ed indirizzo registrato del produttore;
- le ultime due cifre dell'anno in cui la marcatura è stata applicata;
- numero del certificato di conformità CE o del certificato di controllo di produzione in fabbrica ovvero della dichiarazione di prestazione.

Le informazioni devono essere presentate come di seguito indicato e ove applicabile.

Sul prodotto:

- simbolo "CE";
- nome o marchio identificativo del fabbricante;
- numero e anno della norma europea (cioè EN 12899-3).

Nei documenti commerciali d'accompagnamento:

- tutte le informazioni relative al prodotto o all'imballaggio;
- identificazione del tipo di prodotto in conformità alla EN 12899-3
- indirizzo registrato del produttore;
- le ultime due cifre dell'anno in cui il prodotto è stato fabbricato;
- riferimento all'organismo notificato e numero del certificato di conformità/dichiarazione di prestazione CE.

In fase di fornitura dei materiali (a piè d'opera), prima dell'installazione degli stessi, l'Appaltatore dovrà produrre la certificazione prescritta dalla norma europea alla DL e gli altri documenti indicati nel paragrafo relativo all'accettazione dei campioni.

Prescrizioni del Regolamento di attuazione del Nuovo Codice della Strada sui delineatori normali di margine. Nel caso in cui sia compresa nell'appalto anche la posa in opera, i delineatori dovranno essere spazati di una distanza costante in rettilineo, al massimo di 50 m, ed infittiti in curva con criterio differenziale in relazione al raggio di curvatura. Gli intervalli di posa dovranno comunque essere il più possibile uniformi sullo stesso tratto di strada, in modo da costituire una guida ottica omogenea.

Indicativamente andrà adottata la spaziatura risultante dalla seguente tabella:

Tabella 40: Criterio di collocazione dei delineatori sugli itinerari stradali

| Raggio della curva in metri | | Spaziatura longitudinale in metri |
|--------------------------------|-------|--------------------------------------|
| Fino | a 30 | 6 |
| Da 30 | a 50 | 8 |
| Da 50 | a 100 | 12 |
| Da 100 | a 200 | 20 |
| Da 200 | a 400 | 30 |
| Oltre | 400 | Come in rettilineo |

Tabella di cui all'art. 173, comma 4 del DPR n. 495/1992

La spaziatura dovrà essere adeguatamente ridotta anche in rettilineo in zone particolarmente nebbiose. I delineatori dovranno essere collocati preferibilmente a non meno di 50 cm dal bordo esterno della carreggiata. L'altezza fuori terra del delineatore dovrà essere compresa fra i 70 e 110 cm; la sezione, preferibilmente trapezoidale con gli spigoli arrotondati, dovrà potersi inscrivere in un rettangolo di 10 x 12 cm con lato minore parallelo all'asse stradale.

I delineatori dovranno essere di **colore bianco** con fascia nera alta 25 cm, posta nella parte superiore, nella quale dovranno essere inseriti gli elementi rifrangenti volti verso le correnti di traffico interessate.

I materiali e le caratteristiche dei delineatori dovranno essere tali da non costituire pericolo in caso di collisione da parte dei veicoli. I delineatori normali dovranno essere preferibilmente costituiti interamente da **polietilene ad alta densità** o da altri materiali aventi caratteristiche analoghe e che abbiano le caratteristiche prestazionali coerenti con quanto previsto dalla UNI EN 12899-3. Il delineatore normale dovrà essere costituito dello stesso materiale sia nella parte bianca che in quella nera, indipendentemente dalla tecnica utilizzata per la realizzazione. Nella fornitura non sono accettati i dispositivi la cui parte nera sia stata realizzata con materiali diversi ovvero mediante pellicola nera sovrapposta al bianco. *(Circolari Anas n. 13/1984 – n. 36/1984 – n. 20/1987)*

I delineatori devono inoltre rispondere ai seguenti requisiti:

- peso del delineatore non inferiore a kg 1,600;
- peso dell'ancoraggio non inferiore a kg 0,300;
- manutenzione facile;
- trasporto agevole;

- resistenza agli agenti atmosferici;
- non rappresentare un pericolo per gli utenti della strada.

I delineatori di margine da fissare al suolo che si deformano tornando ad una posizione perpendicolare (ritorno elastico flessibile) in seguito ad urto, sono classificati dalla UNI EN 12899-3 con "D3".

Forma e dimensioni del delineatore normale. Il delineatore ha la forma di un prisma cavo con la sezione normale a triangolo isoscele, chiuso all'estremo superiore da una faccia (triangolare) inclinata verso strada.

Il delineatore sarà posto in opera con la base del triangolo isoscele della sua sezione normale parallela all'asse della strada e con il vertice, opposto alla predetta base, rivolto alla sede stradale.

Le dimensioni esterne del delineatore sono le seguenti:

- sezione retta - base ed altezza del triangolo isoscele rispettivamente: cm 10 e cm 12 con una tolleranza non superiore al 5%;
- spessore delle pareti del delineatore - non inferiore a mm 2;
- altezza del delineatore dal piano stradale - verso strada cm 100 - verso l'esterno cm 105;
- altezza della parte interrata del delineatore per l'ancoraggio al suolo, diretto o a mezzo di apposito zoccolo - normalmente cm 30.

Tutti gli spigoli del manufatto devono essere arrotondati con arco di cerchio di circa cm 1 di raggio. Tutte le parti del delineatore di margine non devono presentare nessuna parte tagliente sulla linea del suolo (UNI EN 12899-3).

Nella zona superiore del delineatore, di colore nero, in entrambe le facce oblique rispetto alla strada, saranno applicati, in appositi alloggiamenti, i dispositivi rifrangenti di cui al successivo paragrafo, aventi forma regolamentare con il lato maggiore disposto orizzontalmente se di forma quadrangolare ovvero verticalmente se di forma rettangolare.

2.3.2 Dispositivi rifrangenti

2.3.2.1 Caratteristiche prestazionali

I dispositivi rifrangenti da utilizzare nei delineatori normali di cui al precedente paragrafo, dovranno essere in plastica e corrispondono ai dispositivi classificati dalla UNI EN 12899-3 nella tipologia “R2” – *catadiottri di plastica*.

Prestazioni visive (visibilità notturna):

Tabella 41: Coordinate cromatiche per la radiazione retroriflessa dei dispositivi rifrangenti applicati al delineatore normale (UNI EN 12899-3)

| Colore | 1 | | 2 | | 3 | | 4 | | 5 | |
|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | x | y | x | y | x | y | x | y | x | y |
| Bianco | 0,390 | 0,410 | 0,440 | 0,440 | 0,500 | 0,440 | 0,500 | 0,390 | 0,420 | 0,370 |
| Giallo | 0,513 | 0,487 | 0,500 | 0,470 | 0,545 | 0,425 | 0,572 | 0,425 | - | - |
| Rosso | 0,652 | 0,348 | 0,622 | 0,348 | 0,714 | 0,256 | 0,735 | 0,265 | - | - |

Per quanto concerne la visibilità diurna dei dispositivi rifrangenti, le coordinate cromatiche e il fattore di luminanza delle superfici devono essere conformi al prospetto 1 o 2 della UNI EN 12899-1.

Prestazioni fotometriche (visibilità notturna):

Tabella 42: Coefficiente di retroriflessione RA iniziale minimo per i dispositivi rifrangenti applicati al delineatore normale di tipo R2 (UNI EN 12899-3)

| Angolo di illuminazione e β_2 | Angolo di osservazione e α | Coefficiente di retroriflessione RA $\text{cd lx}^{-1} \text{m}^{-2}$ | Coefficiente di retroriflessione RA $\text{cd lx}^{-1} \text{m}^{-2}$ |
|---|---|--|--|
| | | Classe 1 | Classe 2 |
| +5° | 20' | 200 | 400 |
| +30° | 2° | 0,8 | 2,5 |

Il Coefficiente di retroriflessione RA della Tabella 42 deve essere moltiplicato per il fattore di colore (prospetto 6 della UNI EN 12899-3): - Bianco: 1,0; Giallo: 0,6; Rosso: 0,2.

Prestazioni fisiche:

Tabella 43: Requisiti fisici prescritti per i dispositivi rifrangenti (UNI EN 12899-3)

| Resistenza all'urto dinamico | Resistenza alla corrosione | Resistenza all'acqua * | Durabilità |
|---|---|--|--|
| <p>Il dispositivi non deve mostrare alcuna rottura o delaminazione all'esterno di un cerchio del diametro di 24 mm con il punto d'urto al centro dell'area testata. L'impatto è dato da una sfera di acciaio di 20 mm con altezza di caduta di 200 e 400 mm</p> | <p>Dopo 96 ore di esposizione alla prova di corrosione in nebbia salina neutra il Coefficiente RA deve essere $\geq 80\%$ del valore richiesto per la classi di cui alla Tabella n. 42</p> | <p>Dopo cinque cicli di riscaldamento / raffreddamento, alle temperature di 60° e 5°, i dispositivi non devono mostrare segni di penetrazione di acqua o vapore acqueo nelle parti ottiche</p> | <p>Il colore dei dispositivi, dopo essere stati esposti per due anni inclinati orizzontalmente con un angolo di 45° rivolti verso sud, deve posizionarsi nel box color prescritto; il Coefficiente RA deve essere $\geq 80\%$ del valore richiesto per la classi di cui alla Tabella n. 42 e non deve mostrare alcuna rottura o delaminazione all'esterno di un cerchio del diametro di 24 mm con il punto d'urto al centro dell'area testata. Le condizioni d'impatto sono analoghe alla prova di resistenza all'urto dinamico</p> |

2.3.2.2 Caratteristiche tecniche

I dispositivi rifrangenti, essi devono soddisfare ai seguenti requisiti:

- costruiti con materia plastica di prima qualità;
- caratteristiche ottiche stabili nel tempo e perfetta tenuta stagna onde evitare penetrazione di acqua e formazione di condensa;
- colori come da Regolamento di esecuzione ed attuazione del Nuovo Codice della Strada approvato con D.P.R. 16 dicembre 1992 n. 495 e successive modifiche e integrazioni;
- fissaggio stabile dell'inserito nell'apposito vano del delineatore onde impedirne l'asportazione.

I dispositivi rifrangenti dovranno essere sistemati, in modo da essere inasportabili, negli appositi vani disposti nella parte nella parte superiore del delineatore con le seguenti modalità:

- a) nelle strade a carreggiate a senso unico:

- nel delineatore di destra, dovrà apparire un solo dispositivo di colore giallo della superficie minima rifrangente di 60 cm²;
 - nel delineatore di sinistra dovranno apparire due dispositivi rifrangenti gialli, posti in verticale ed opportunamente distanziati fra loro, ciascuno con superficie attiva minima di 30 cm²;
- b)** nelle strade a doppio senso di marcia:
- sul lato destro dovrà apparire un dispositivo rifrangente di colore rosso, sul lato sinistro dovrà apparire un dispositivo rifrangente di colore bianco;
 - entrambi i dispositivi rifrangenti dovranno avere una **superficie minima attiva di 60 cm²**.

I dispositivi rifrangenti richiesti nel presente Capitolato sono costituiti da materia plastica formata da **polimeri di metacrilato di metile (PMMA)**. Tale dispositivo è classificato dalla UNI EN 12899-3 con la sigla "**R2**".

2.4 Accettazione E Controlli

Le caratteristiche dei prodotti segnaletici specificate nei precedenti Paragrafi sono condizioni necessarie ma non sufficienti per l'accettazione in quanto comunque subordinata alle prestazioni complessive della segnaletica realizzata in situ e non a quella dei singoli materiali componenti il prodotto. Qualora si preveda l'utilizzo di prodotti segnaletici diversi da quelli su esposti nel presente Capitolato, devono essere forniti tutti i dati necessari per il loro controllo, relativamente alle caratteristiche prestazionali prescritte, nonché la casistica (se presente) delle situazioni in cui sono stati già utilizzati, corredata delle attestazioni di soddisfazione delle Stazioni Appaltanti. La valutazione dei prodotti segnaletici oggetto del presente Capitolato si articola nelle seguenti due fasi:

- **accettazione** dei prodotti segnaletici mediante recepimento della dichiarazione di prestazione per i prodotti (attestazione di Marcatura CE) e del Dossier di Prodotto, relativamente ai prodotti segnaletici dove tali attestazioni sono previste. In tale fase è prevista anche l'accettazione dei prodotti segnaletici dove la normativa di riferimento non contempla l'apposizione del marchio europeo. In tal caso, saranno fornite alla DL, dall'impresa appaltatrice, la Scheda Tecnica del prodotto, la Scheda di sicurezza e l'eventuale Linea guida, predisposta dal fabbricante, per l'applicazione e la manutenzione su strada del prodotto;
- **controlli da effettuare** in corso d'opera (in riferimento alle norme UNI EN 1423, UNI EN 1463-1, UNI EN 1436, FprEN 1871, UNI EN 1790, UNI EN 12899-1 e UNI EN 12899-3, che specificano sia le caratteristiche prestazionali dei prodotti per la segnaletica stradale orizzontale, verticale e complementare, nonché i metodi di prova e di verifica delle predette caratteristiche).

2.4.1 Accettazione

Per quanto riguarda l'**accettazione** del materiale da parte della **Direzione Lavori**, oltre che alle dichiarazioni di accompagnamento dei lotti dei prodotti segnaletici forniti da parte del fabbricante/fornitore, si farà riferimento ai dati di seguito riportati:

- dichiarazioni di prestazione (attestazione di marcatura CE) per i prodotti segnaletici in cui è prevista l'apposizione del marchio "CE"
- Dossier di Prodotto
- Scheda tecnica
- Scheda di sicurezza
- Rapporti di prova per i prodotti segnaletici in cui è prevista l'apposizione del marchio "CE"

- Rapporti di prova per i prodotti segnaletici in cui non è prevista l'apposizione del marchio "CE"
- Eventuale Linea Guida per l'apposizione su strada e la manutenzione periodica emessa dal fabbricante/fornitore dei prodotti per segnaletica stradale

La Dichiarazione di Prestazione, le informazioni tecniche e la scheda di sicurezza e, quando presente, anche la scheda dati di sicurezza del REACH, devono essere forniti in lingua Italiana. Il **produttore o fornitore** (nel caso quest'ultimo rappresenti un produttore extraeuropeo) è tenuto a fornire la dichiarazione di prestazione dei prodotti per la segnaletica orizzontale dove previsti (**Marcatura CE** secondo le Norme armonizzata UNI EN 1423; UNI EN 1463-1; UNI EN 1790; UNI EN 12899-1; UNI EN 12899-3), inclusa ogni eventuale variazione alla scelta proposta in fase di offerta. Tale dichiarazione sarà vincolante e verrà allegata ai documenti contrattuali. Pertanto, i produttori/fornitori devono essere in possesso dei rapporti di prova rilasciati da laboratori certificati su campioni effettivamente rappresentativi di ogni singolo prodotto a **Marcatura CE**, per il quale si prevede l'utilizzo nella realizzazione dei lavori di segnaletica stradale. Oltre all'attestato di **Marcatura CE**, il produttore deve raccogliere tutta la documentazione relativa alla fornitura in un apposito **Dossier di Prodotto**, che dovrà contenere tutte le informazioni tecniche e le certificazioni del prodotto proposto in fase di gara; tale dossier costituirà elemento di riferimento per ogni prova e verifica eseguita in corso d'opera e/o in fase di collaudo. Nei casi in cui il prodotto segnaletico non sia oggetto di una norma armonizzata, ma sia considerato nella categoria dei materiali contemplati dal CEN per i prodotti relativi alle attrezzature fisse per la circolazione stradale, il fabbricante che vuole comunque pervenire alla marcatura CE, dovrà fornire all'appaltatore e quindi al committente, la relativa **Valutazione Tecnica Europea (ETA)** inerente il prodotto oggetto dell'appalto. **L'accettazione di valori in deroga** a quelli specificati è subordinata alla dichiarazione, nel Dossier di Prodotto, di adeguate garanzie di tipo prestazionale, che saranno quindi soggette a verifica da parte della Direzione Lavori.

Tabella 44: Accettazione dei materiali (check-list)

| ACCETTAZIONE DEI MATERIALI | |
|----------------------------|---|
| FASI DI CONTROLLO | AZIONI DI VERIFICA |
| MARCATURA CE | conformità delle prestazioni connesse alla loro funzione (proprietà fotometriche, colorimetriche); proprietà di sicurezza e compatibilità ambientale (proprietà di antiscivolosità, assenza di prodotti |

| | |
|---|---|
| | pericolosi); mantenimento nel tempo delle prestazioni dichiarate; presenza di una eventuale ETA. |
| ACCETTAZIONE DEI PRODOTTI PER LA SEGNALETICA STRADALE ORIZZONTALE – VERTICALE _ COMPLEMENTARE | disegni relativi al Progetto di segnalamento (se richiesto in fase di gara) ; dichiarazioni di prestazione (marcatura CE); dossier di prodotto (certificati delle marcature CE rilasciate dai vari organismi notificati relativi ai vari componenti o dispositivi costituenti i prodotti segnaletici per la segnaletica orizzontale, verticale e complementare); rapporti di prova; Eventuale linea guida per l'applicazione e la manutenzione del prodotto segnaletico; completezza del materiale fornito. |
| ULTERIORI VERIFICHE | certificazioni/attestazioni; campioni rappresentativi della fornitura da sottoporre a prove di laboratorio; |
| NOTA Se il Direttore Lavori riscontra che un qualsiasi prodotto o componente del prodotto non sia adatto all'impiego DEVE chiederne la sostituzione. | |

2.4.2 Marcatura "CE"

Il rilascio della **Marcatura CE** per **taluni prodotti avviene** secondo il sistema di attestazione di conformità "1" relativo alla valutazione e verifica della costanza della prestazione tra quelle previste dal Regolamento UE 305/2011; in particolare, il suddetto livello prevede l'attuazione di un Sistema di Controllo di Fabbrica (FPC) a carico del produttore e l'esecuzione delle prove di Tipo iniziale (ITT) ad opera dell'organismo di certificazione del prodotto.

Con particolare riguardo ai seguenti materiali:

- "Materiali da postspruzzare – Microsfere di vetro, granuli anti derapanti e loro miscele";
- "Inseri stradali catarifrangenti – Parte 1: requisiti di prestazione iniziale";
- "Materiali preformati per segnaletica orizzontale";
- "Segnaletica verticale permanente per il traffico stradale – Parte 1: Segnali permanenti";
- "Segnaletica verticale permanente per il traffico stradale – Parte 3: Delineatori di margine e dispositivi rifrangenti";

in quanto attrezzature stradali, queste sono obbligate al rilascio della Marcatura CE, che deve essere redatta secondo quanto previsto dalle Norme armonizzate UNI EN 1423, UNI EN 1463-1, UNI EN 1790, UNI EN 12899-1 e UNI EN 12899-3.

Nel dettaglio, la Marcatura CE dei prodotti elencati consiste nella dichiarazione sia delle prestazioni direttamente connesse alla loro funzione (ad es. prestazioni fotometriche) che delle prestazioni “non fotometriche”, ovvero inerenti le prestazioni di visibilità diurna, relative alla sicurezza della circolazione stradale, relative alla protezione ambientale e alla durabilità nel tempo.

Tale dichiarazione deve inoltre riguardare il mantenimento nel tempo delle prestazioni dichiarate.

La Dichiarazione della prestazione delle caratteristiche essenziali, che è di responsabilità del produttore, deve essere effettuata in base a rapporti di prova emessi da laboratorio notificato, con evidenza di notifica riportata sul sito ufficiale della Commissione Europea <http://ec.europa.eu/enterprise/newapproach/nando/>.

2.4.3 *Dossier di Prodotto*

Per garantire la corrispondenza dei materiali e dei sistemi proposti in fase di gara alle specifiche di progetto, deve essere presentato il **Dossier di Prodotto** che deve riportare i contenuti minimi indicati nel presente Capitolato. Tale documento contiene i **certificati di prova** attestanti la conformità dei materiali e dei sistemi proposti ai requisiti minimi prestazionali specificati.

All’Impresa aggiudicataria, a **garanzia della conformità** dei campioni stessi alle norme prescritte, sarà richiesta una dichiarazione impegnativa, firmata dal legale rappresentante, relativa ai prodotti impiegati, accompagnata da certificati ufficiali di analisi, ovvero copie fotostatiche autenticate, rilasciate da istituti specializzati, competenti ed autorizzati, per tutti o parte dei materiali usati, secondo quanto richiesto dalla Direzione Lavori.

La **dichiarazione impegnativa** sopra citata dovrà, di norma, contenere:

- nomi commerciali, eventuali marchi di fabbrica, tipi e caratteristiche tecniche dei prodotti che verranno usati;
- metodi e cicli per le lavorazioni di materiali;
- identificazione degli stabilimenti di produzione e ragione sociale della Ditta produttrice.

La presentazione da parte dell’aggiudicatario di **certificato di qualità del fornitore** del prodotto fornito, non lo esime in alcun modo dalle responsabilità dirette verso il committente in merito alla qualità del prodotto stesso.

2.4.4 *Laboratori accreditati*

Le **prove di qualifica** eseguite in integrazione alla **Marcatura CE**, nonché le **prove di collaudo o verifica** eseguite sui materiali o sui singoli componenti della segnaletica stradale, dovranno essere effettuate da **laboratori accreditati** secondo la Norma ISO 17025 da Ente ACCREDIA, da Enti equivalenti europei affiliati all'associazione degli organismi di accreditamento europei EA (<http://www.european-accreditation.org>).

2.4.5 *Aspetti ambientali connessi alla realizzazione della segnaletica stradale*

Nel corso dei lavori per la realizzazione della segnaletica stradale, sia essa orizzontale, verticale o complementare, sono prodotti dei rifiuti la cui gestione deve essere prevista in fase di predisposizione delle attività da parte dell'appaltatore.

In merito alla gestione dei rifiuti, sia quelli derivanti dall'esecuzione dei lavori di segnaletica orizzontale (posa e ripasso), sia quelli prodotti nel corso della rimozione della segnaletica preesistente, sia quelli derivanti dall'attività connessa all'installazione della segnaletica verticale e complementare, le imprese appaltatrici, esecutrici o affidatarie sono, secondo le norme cogenti (D.lgs. n° 152/2006 "Norme in materia ambientale"), *produttori/detentori* di tutti i rifiuti prodotti nell'ambito delle attività oggetto dei lavori affidati.

All'avvio dei lavori l'impresa dovrà fornire al committente un *Piano di gestione dei rifiuti* che identifichi tutte le tipologie di rifiuto per le quali la stessa impresa risulti essere il "*produttore/detentore*".

2.4.6 *Piano di gestione dei rifiuti*

In particolare il ***Piano di gestione dei rifiuti*** deve contenere:

- i ***rifiuti prodotti***: il produttore del rifiuto deve provvedere alla corretta classificazione e caratterizzazione del rifiuto, specialmente quello classificato come "pericoloso", attraverso l'analisi dell'attività che lo ha generato e della sua composizione e dei valori limite di concentrazione delle sostanze pericolose determinate attraverso l'utilizzo di laboratori accreditati. Il committente può richiedere all'impresa evidenza delle informazioni utilizzate per la classificazione e caratterizzazione del rifiuto e copia del certificato di analisi emesso dal laboratorio accreditato;

- le **modalità di deposito temporaneo**: l'impresa esecutrice dei lavori deve depositare i rifiuti prodotti in area individuata contestualmente con il committente e adibita a "deposito temporaneo" nel rispetto delle norme tecniche, delle modalità di stoccaggio, e dei limiti temporali e quantitativi previsti dalla normativa vigente, evitando qualunque commistione tra i rifiuti e il suolo non protetto su cui sono provvisoriamente appoggiati o su cui insistono anche se in modalità protetta;

- la **documentazione relativa alla idoneità amministrativa dei trasportatori**: il trasporto dei rifiuti può essere effettuato dalle stesse imprese produttrici dei rifiuti se regolarmente iscritte all'Albo Nazionale Gestori Ambientali per il trasporto in conto terzi alla categoria idonea. Al committente deve essere fornita l'evidenza delle necessarie iscrizioni all'Albo Gestori Ambientali. Nel caso in cui l'impresa deve affidare i rifiuti ad altri soggetti regolarmente iscritti all'Albo Nazionale Gestori Ambientali per il trasporto in conto terzi, deve verificare che il trasportatore sia iscritto alla categoria che gli consente di conferire allo smaltimento i rifiuti prodotti. A tal fine, l'impresa deve fornire al committente copia degli atti prescritti, posseduti dalla ditta alla quale l'impresa intende affidare il trasporto per lo smaltimento;

- la **documentazione relativa all'idoneità amministrativa degli impianti di smaltimento e di recupero utilizzati**: l'impresa esecutrice deve assicurarsi che gli impianti presso i quali avviene il conferimento dei rifiuti siano regolarmente autorizzati ad una o più operazioni di smaltimento e/o recupero tra quelle previste dal D.Lgs. 152/2006. L'impresa, dopo averli ricevuti dalla ditta incaricata del conferimento, fornisce al committente copia degli atti prescritti posseduti dai gestori degli impianti ai quali intende affidare le operazioni di smaltimento o di recupero. L'impresa esecutrice deve fornire al committente copia della documentazione cogente atta a far cessare la responsabilità dell'esecutore, nella sua qualità di *produttore/detentore*, circa il corretto avvio a smaltimento o recupero dei rifiuti ("*quarta copia del formulario di identificazione dei rifiuti*" e "*certificato di avvenuto smaltimento*").

L'impresa, in qualità di produttore dei rifiuti, dispone del regolare **Registro di carico e scarico dei rifiuti**, e provvede a tenerlo aggiornato conformemente alle modalità e tempistiche di compilazione previste dalla norma cogente.

Dietro formale richiesta del DL, l'impresa esecutrice dei lavori dovrà fornire copia della documentazione da cui risulti evidenza della corretta gestione dei rifiuti (*Formulario identificazione rifiuti e Registro di carico e scarico*).

2.5 Modalità Di Esecuzione

2.5.1 Il Progetto di Segnalamento

Il Progetto di Segnalamento - Come accennato nella premessa, il presente Capitolato è organizzato per descrivere le caratteristiche prestazionali dei prodotti utilizzati per realizzare **“l'impianto segnaletico”**, inteso come l'insieme coordinato e coerente delle varie tipologie di segnali (*orizzontali, verticali e complementari; quelli luminosi e a messaggio variabile sono trattati in un Capitolato “ad hoc”*) che rispondono alla logica del **“Progetto di Segnalamento”** che è lo strumento prescritto dalla norma cogente (art. 77, comma 2, del Regolamento di esecuzione e attuazione del NCS) **indispensabile per organizzare nel modo più congruo e razionale le informazioni utili e necessarie a garantire la sicurezza nella guida.** *“Le informazioni da fornire agli utenti sono stabilite dall'ente proprietario della strada secondo uno specifico **progetto** riferito ad una intera area o a singoli itinerari, redatto, se del caso, di concerto con gli enti proprietari delle strade limitrofe cointeressati, ai fini della costituzione di un **sistema segnaletico armonico integrato ed efficace, a garanzia della sicurezza e della fluidità della circolazione pedonale e veicolare”*** (art. 77, comma 2 del Regolamento).

La necessità e l'opportunità del Progetto di Segnalamento per gli Enti gestori delle strade è prescritto dal Regolamento e dalla Direttiva del 28/12/2000 in materia di segnaletica e criteri per l'installazione e manutenzione ed è finalizzato al miglioramento continuo della sicurezza stradale.

Il Progetto ha inoltre la finalità di mantenere sotto controllo le prestazioni dell'impianto segnaletico, **“l'arredo stradale”**, e ciò è oggi possibile in quanto per ogni specifico materiale e/o dispositivo sono vincolanti i requisiti prestazionali dettati dalle norme europee armonizzate. I materiali e i dispositivi sono comunque coperti da un insieme di norme volontarie, europee e nazionali, che descrivono efficacemente le caratteristiche prestazionali su cui informare i Capitolati tecnici e i contratti d'appalto.

Con la locuzione **“requisiti prestazionali”** si intende definire l'insieme delle aspettative inderogabili, predeterminate sperimentalmente a misura dell'utente, riguardanti il funzionamento reale di un prodotto o di un dispositivo valutati nelle effettive condizioni d'uso. I requisiti sono espressi attraverso parametri tecnici (grandezze scalari e/o vettoriali) e/o in forma di indici adimensionali organizzati in classi di prestazione crescente.

La presenza contemporanea di più requisiti e delle varie classi di prestazione prescritte per ogni singolo componente del sistema segnaletica stradale, garantisce la sicurezza standard dell'impianto. La decadenza di uno solo dei parametri, afferente ad una delle prestazioni

richieste, può compromettere l'efficienza del materiale e/o del dispositivo e, indirettamente, la funzionalità e la sicurezza dell'intero sistema. L'art. 124 del Regolamento di esecuzione e attuazione del NCS specifica che la segnaletica di indicazione, ma la segnaletica nel suo complesso è sottintesa, deve essere sottoposta a periodiche verifiche di valutazione della rispondenza alle esigenze del traffico e alle necessità degli utenti, nonché alla verifica sullo stato di conservazione.

Il Progetto di Segnalamento può riguardare singoli sottosistemi, come quello dedicato alla segnaletica orizzontale, alla segnaletica verticale e alla segnaletica complementare oppure due sottosistemi integrati. Ad esempio, l'uso integrato dei materiali e dei dispositivi della segnaletica stradale orizzontale costituita da pitture stradali, segnaletica stradale profilata, inserti stradali catarifrangenti (occhi di gatto) e i dispositivi della segnaletica complementare, composti dai delineatori di margine con i dispositivi rifrangenti incassati e i delineatori modulari di curva, costituiscono gli elementi necessari ad impostare il progetto di segnalamento che può essere definito di *"delineazione stradale"*, mutuando la definizione rilevabile nell'introduzione al Manuale n. 93-001 della Federal Highway Administration USA,

<http://www.fhwa.dot.gov/publications/research/safety/93001/93001.pdf>

Le imprese appaltatrici, esecutrici o affidatarie, in caso di nuovo impianto o di manutenzione straordinaria, prima di realizzare l'impianto segnaletico dovranno prendere visione del progetto esecutivo di segnalamento, adeguando la loro attività alle indicazioni ivi prescritte.

In caso di manutenzione ordinaria, il Progetto di segnalamento, predisposto dall'Ente committente sarà una guida operativa alla realizzazione degli interventi da parte dell'impresa appaltatrice, con l'indicazione dei tratti da risanare, e/o da ripassare e/o da rinnovare completamente ovvero dei dispositivi da integrare, sostituire o rimuovere.

Il Progetto di segnalamento deve essere considerato come un sottoinsieme di un progetto più ampio denominato *"Piano della segnaletica"*, tale piano integra una serie di informazioni, insieme a quelle censite dal catasto, in una visione d'insieme del contesto territoriale che comprende

- - l'individuazione dei limiti di competenza dei vari enti gestori sul territorio;
- - l'analisi del contesto infrastrutturale, insediativo, produttivo e ambientale;
- - la classificazione dei vari itinerari d'intervento e il loro andamento plani-altimetrico;
- - l'analisi della composizione e dei flussi di traffico;
- - l'analisi dell'incidentalità e dei cosiddetti "blackspots";
- - l'individuazione delle tipologie di utenti della strada, compresi gli utenti deboli (pedoni, ciclisti e ciclomotoristi) e vulnerabili (motociclisti);

- l'integrazione, ai fini dell'apposizione della segnaletica stradale, con eventuali piani preesistenti dai vari enti territoriali (i piani di viabilità extraurbana a livello delle Nuove Province o della Città Metropolitana; i piani urbani del traffico e i piani urbani di mobilità a livello comunale ; ecc.);
- l'integrazione, ai fini del coordinamento della segnaletica (orizzontale, verticale e complementare), con le valutazioni, i controlli, le disposizioni sulla gestione e le ispezioni inerenti la sicurezza della rete stradale di cui al D.Lgs. n. 35/2011.

Il Piano della segnaletica indica i criteri generali per intervenire a livello progettuale nell'itinerario individuato, disponendo, ai fini della sicurezza degli utenti, dell'intero apparato segnaletico che il Nuovo Codice della Strada consente di utilizzare.

Il Progetto di segnalamento fornisce, a sua volta, le indicazioni per la definizione in dettaglio degli elementi segnaletici costituenti l'impianto.

La successiva figura n. 1 mostra il diagramma sintetico delle varie fasi afferenti la realizzazione della segnaletica stradale (orizzontale, verticale e complementare)

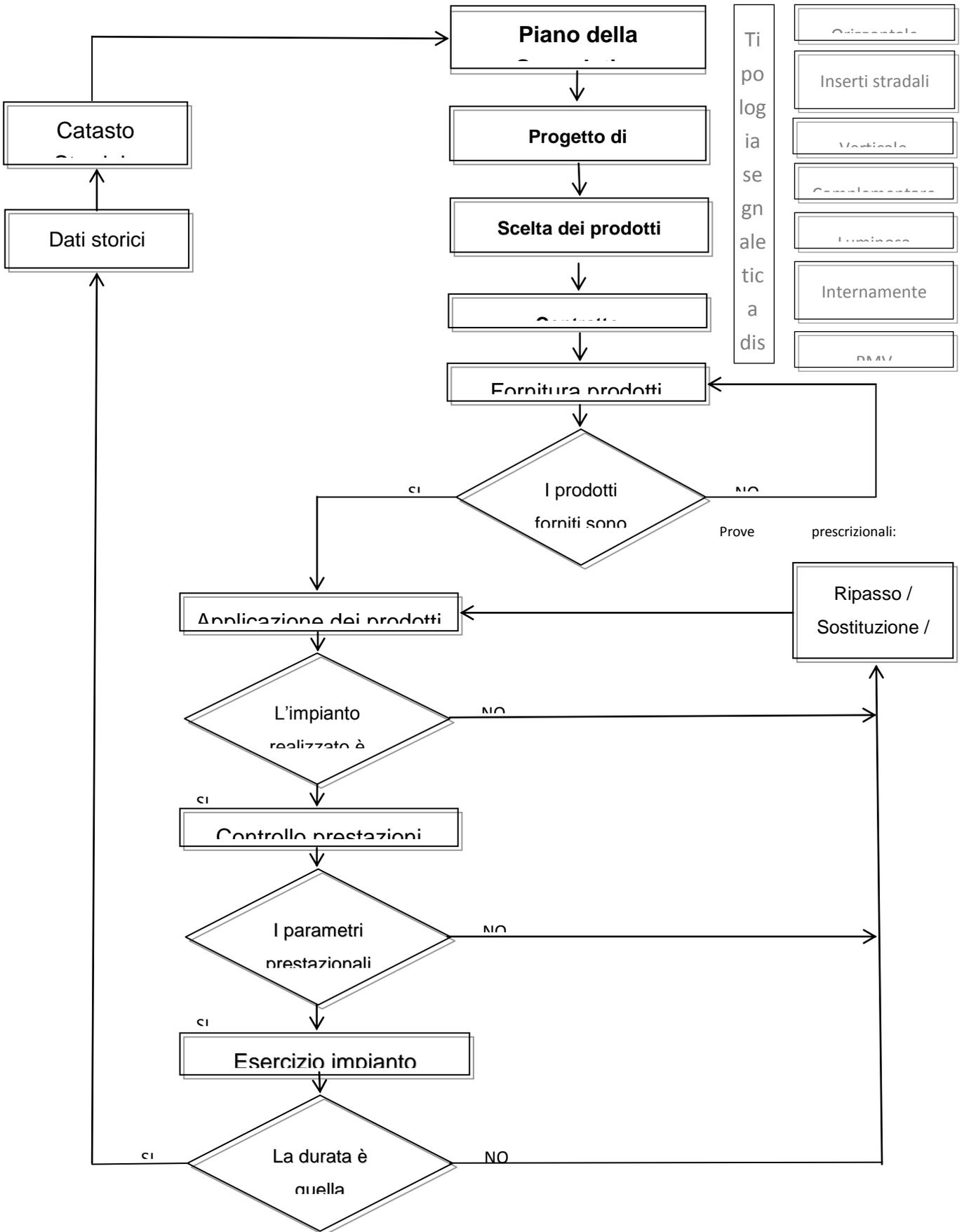


Figura 1: diagramma sintetico afferente le varie fasi di realizzazione della segnaletica stradale

Segnaletica orizzontale

Accettazione e controllo dei materiali. I materiali, prima della posa in opera, dovranno essere accettati dalla Direzione dei Lavori secondo le modalità prescritte nel paragrafo 165 del presente Capitolato.

I materiali dovranno provenire da produttori o fabbriche che l'Impresa riterrà di sua convenienza, e dovranno corrispondere come caratteristiche tecnico-qualitative ai requisiti esposti nei paragrafi afferenti la segnaletica orizzontale.

La DL si riserva di verificare la corrispondenza delle caratteristiche prestazionali dichiarate e certificate sia in fase di fornitura dei materiali, a piè d'opera, sia in fase esecutiva, durante l'allestimento dell'impianto segnaletico. In particolare la DL disporrà i seguenti controlli:

- *accertamenti preventivi.* Il Direttore dei Lavori, dopo aver preso visione dei certificati di "qualità" e di "conformità" presentati dall'Impresa, si accerterà della rispondenza delle caratteristiche dei materiali o dei prodotti proposti per l'impiego, alle prescrizioni date dalle vigenti norme, disponendo ove ritenuto necessario ed a suo insindacabile giudizio, anche prove di controllo preventivo di laboratorio a spese del committente **a meno di quelle per il prelievo e l'invio dei campioni al Laboratorio Ufficiale Autorizzato.**

Se i risultati di tali accertamenti fossero difformi dalle caratteristiche stabilite dalla vigente normativa, si darà luogo alle necessarie variazioni nei materiali.

Per tutti i ritardi nell'inizio della fornitura derivanti dalle difformità sopra accennate o dalla ritardata presentazione delle Certificazioni e che comportino una protrazione del tempo utile contrattuale, sarà applicata la penale prevista in contratto.

- *prove sistematiche di controllo in fase esecutiva.* In relazione a quanto precisato nel precedente articolo circa la qualità e le caratteristiche dei materiali per la loro accettazione, l'Impresa sarà obbligata a prestarsi in ogni tempo e di norma periodicamente per le forniture di materiali di impiego continuo, alle prove ed esami dei materiali impiegati e da impiegare, **sottostando a tutte le spese di prelevamento e di invio dei campioni ai Laboratori Ufficiali** indicati dalla Stazione Appaltante.

In particolare, tutte le prove di analisi dei materiali saranno eseguite presso Laboratorio Ufficiale Autorizzato. I campioni verranno prelevati in contraddittorio. Degli stessi potrà essere ordinata la conservazione. I risultati ottenuti in tali laboratori, saranno i soli riconosciuti validi dalle due parti; ad essi si farà esclusivo riferimento a tutti gli effetti del presente appalto.

I campioni, nelle varie fasi di controllo, saranno prelevati in contraddittorio, anche presso gli stabilimenti di produzione per cui l'Impresa si impegna a garantire l'accesso presso detti stabilimenti ed a fornire l'assistenza necessaria. Degli stessi potrà essere ordinata la conservazione presso le sedi territoriali del committente, previa apposizione di sigillo e/o contrassegno e firma del Direttore dei Lavori e dell'Impresa, nei modi più adatti a garantirne l'autenticità e la conservazione. I costi inerenti le prove dei materiali, nella fase di accertamento preventivo e nella fase esecutiva, sono a carico della stazione appaltante. Eventuali ripetizioni delle prove, dovute a risultati non coerenti con la certificazione fornita, sono a carico dell'impresa appaltatrice.

Modalità di preparazione del piano di posa.

Per le specifiche riguardanti la realizzazione della segnaletica orizzontale si richiama la norma UNI 11154. In particolare si richiamano i paragrafi che seguono.

Prima di iniziare un lavoro di posa della segnaletica orizzontale, l'Impresa deve effettuare le seguenti verifiche:

- verificare se lo stato della segnaletica preesistente, qualora presente, permette una sovrapposizione del prodotto senza rischi per la buona riuscita dell'applicazione stessa, tenendo in considerazione la compatibilità dei prodotti;
- verificare il tipo di supporto (conglomerato bituminoso, conglomerato bituminoso drenante, calcestruzzo, pietra) e la sua compatibilità con il materiale da applicare;
- accertarsi delle condizioni fisiche della superficie, per esempio che non ci sia presenza di crepe o irregolarità che possano ostacolare l'applicazione del materiale;
- verificare che il supporto risulti perfettamente pulito, privo cioè di agenti inquinanti quali per esempio macchie d'olio o di grasso, o resine provenienti dagli alberi, che possano influenzare la qualità della stesa;
- poiché la maggior parte dei materiali è incompatibile con l'acqua, verificare che il supporto sia asciutto e che la sua temperatura rientri nell'intervallo previsto per l'applicazione del materiale come risulta dalla scheda tecnica del produttore;

- rilevare i valori di temperatura del supporto ed umidità relativa dell'aria prima della stesa, che devono rientrare nell'intervallo previsto per il prodotto da utilizzare (vedere scheda tecnica del produttore).

Nel caso in cui non si siano verificate le condizioni idonee all'applicazione, l'Impresa non deve procedere all'esecuzione del lavoro e deve avvisare la Direzione Lavori per avere istruzioni. La fase di tracciamento e preparazione è indipendente dal tipo di prodotto utilizzato e per quanto riguarda strisce, frecce, iscrizioni, simboli e altri segnali prestabiliti da realizzare secondo il Piano di segnalamento approvato dalla DL, si deve far riferimento alla legislazione vigente (DPR n° 495/1992 "Regolamento di esecuzione e attuazione del Nuovo Codice della Strada").

Per quanto concerne la preparazione della pavimentazione, questa dovrà essere pulita ed esente da agenti inquinanti che possano compromettere la realizzazione dell'impianto e/o del ripasso a regola d'arte. **La pulizia è a carico dell'Appaltatore.**

Segnaletica verticale

Condizioni per la fornitura dei segnali. I materiali da impiegare nelle forniture e nei lavori compresi nell'appalto dovranno corrispondere, per caratteristiche alle prescrizioni contenute nel presente Capitolato Speciale d'Appalto e a quanto stabilito nelle leggi e regolamenti ufficiali vigenti in materia; in mancanza di particolari prescrizioni dovranno essere delle migliori qualità in commercio in rapporto alla funzione cui sono destinati.

Nel caso di un utilizzo di tipo sperimentale di materiali migliorativi finalizzati alla sicurezza, questi dovranno in ogni caso risultare conformi ai valori minimi richiesti dalle leggi e/o regolamenti vigenti.

Per la provvista di materiali in genere, si richiamano espressamente le prescrizioni dell'art. 16 del Capitolato Generale adottato con D.M. 19 aprile 2000, n. 145.

Per lavori il cui importo, per gli appalti pubblici di servizi, non comporti il superamento della soglia periodicamente ricalcolata dalla Commissione Europea, i materiali dovranno essere approvvigionati da fornitori che operano con sistema di qualità aziendale, rispondente alla norma UNI EN ISO 9001, con certificazione di qualità rilasciata da enti certificatori accreditati ai sensi delle norme UNI CEI EN ISO/IEC 17021.

Per lavori il cui importo, per gli appalti pubblici di servizi, comporti il superamento della soglia periodicamente ricalcolata dalla Commissione Europea, oltre a quanto previsto dal precedente punto, i materiali dovranno essere approvvigionati da fornitori della Unione Europea che operano con sistema di qualità aziendale, rispondente alla norma UNI EN ISO 9001, con certificazione di qualità rilasciata da enti certificatori accreditati ai sensi delle norme UNI CEI EN ISO/IEC 17021.

I materiali proverranno da località o fabbriche che l'Impresa riterrà di sua convenienza, purché corrispondano ai requisiti di cui sopra. La Direzione dei Lavori, quando abbia rifiutato una qualsiasi provvista come non atta all'impiego, l'Impresa dovrà sostituirla con altra che corrisponda alle caratteristiche volute: i materiali rifiutati dovranno essere allontanati immediatamente dal cantiere a cura e spese della stessa Impresa. Malgrado l'accettazione dei materiali da parte della Direzione dei Lavori, l'Impresa resta totalmente responsabile della riuscita delle opere anche per quanto può dipendere dai materiali stessi.

Per poter essere autorizzato alla fornitura dei vari tipi di materiali prescritti dal presente Capitolato Speciale d'Appalto, l'Appaltatore dovrà esibire prima dell'impiego al Direttore dei Lavori, per ogni categoria di materiale, una dichiarazione impegnativa, debitamente sottoscritta, nella quale ciascuna ditta, sotto la propria responsabilità, dovrà indicare i nomi commerciali e gli eventuali marchi di fabbrica dei materiali e dei manufatti che si intendono utilizzare per la fornitura. La dichiarazione impegnativa vincola la Ditta aggiudicataria alla fornitura di materiali conformi ai tipi, alle caratteristiche ed ai marchi di fabbrica in essi indicati.

La DL si riserva di verificare la corrispondenza delle caratteristiche prestazionali dichiarate e certificate sia in fase di fornitura dei materiali, a piè d'opera, sia in fase esecutiva, durante l'allestimento dell'impianto segnaletico. In particolare la DL disporrà i seguenti controlli:

- *Accertamenti preventivi.* Il Direttore dei Lavori, dopo aver preso visione dei certificati di "qualità" e di "conformità" presentati dall'Impresa, si accerterà della rispondenza delle caratteristiche dei materiali o dei prodotti proposti per l'impiego, alle prescrizioni date dalle vigenti norme, disponendo ove ritenuto necessario ed a suo insindacabile giudizio, anche prove di controllo preventivo di laboratorio a spese del committente **a meno di quelle per il prelievo e l'invio dei campioni al Laboratorio Ufficiale Autorizzato.**

Se i risultati di tali accertamenti fossero difformi dalle caratteristiche stabilite dalla vigente normativa, si darà luogo alle necessarie variazioni nei materiali.

Per tutti i ritardi nell'inizio della fornitura derivanti dalle difformità sopra accennate o dalla ritardata presentazione delle Certificazioni e che comportino una protrazione del tempo utile contrattuale, sarà applicata la penale prevista in contratto.

- *Prove sistematiche di controllo in fase esecutiva.* In relazione a quanto precisato nel precedente articolo circa la qualità e le caratteristiche dei materiali per la loro accettazione, l'Impresa sarà obbligata a prestarsi in ogni tempo e di norma periodicamente per le forniture di materiali di impiego continuo, alle prove ed esami dei materiali impiegati e da impiegare, **sottostando a tutte le spese di prelevamento e di invio dei campioni ai Laboratori Ufficiali** indicati dalla Stazione Appaltante.

In particolare, tutte le prove di analisi dei materiali saranno eseguite presso presso Laboratorio Ufficiale Autorizzato. I campioni verranno prelevati in contraddittorio. Degli stessi potrà essere ordinata la conservazione nel competente Ufficio Compartimentale previa apposizione di sigilli e firme del Direttore dei Lavori e dell'Impresa e nei modi più adatti a garantire l'autenticità e la conservazione. I risultati ottenuti in tali laboratori, saranno i soli riconosciuti validi dalle due parti; ad essi si farà esclusivo riferimento a tutti gli effetti del presente appalto.

I materiali da impiegare nei lavori dovranno corrispondere ai requisiti di seguito fissati.

Nel caso in cui i materiali o prodotti applicati nei lavori appaltati siano oggetto di norme europee armonizzate, cioè norme adottate da un ente di normazione europeo (CEN) sulla base di un mandato (inteso come richiesta formale di normazione) della Commissione Europea e in cui è previsto l'apposizione del marchio "CE" sui prodotti, l'appaltatore dovrà produrre la certificazione contemplata dalle norme armonizzate in possesso dei produttori o dei fornitori, prima dell'applicazione dei prodotti/materiali nel cantiere stradale.

La UNI EN 12899-1 (*Segnaletica verticale permanente per il traffico stradale – Parte 1: segnali permanenti*) è la norma europea armonizzata a cui fare riferimento in merito ai requisiti richiesti per la fornitura dei segnali verticali permanenti per la segnaletica stradale.

Tutti i segnali devono essere rispondenti ai tipi, dimensioni e misure prescritte dal Regolamento di esecuzione del Codice della Strada approvato con D.P.R. 16 dicembre 1992 n. 495 come modificato dal DPR 16.09.1996 n°. 610 e successive modifiche ed integrazioni, e comunque alle norme in vigore al momento della esecuzione dei lavori.

Tutti i segnali devono essere contrassegnati in modo chiaro e duraturo sul retro con le informazioni seguenti:

- il numero e la data della norma europea UNI EN 12899-1;
- la classificazione di prestazione inerente al prodotto;
- le ultime 2 cifre dell'anno di produzione;
- il nome, il marchio ed altri sistemi di identificazione del fabbricante o del fornitore qualora non compaia il fabbricante;
- il numero di lotto o di partita.
- Il marchio "CE"
- l'Ente o Amministrazione proprietaria della strada;
- gli estremi dell'ordinanza di apposizione della Amministrazione, ove previsto (segnali di prescrizione).

Gli ultimi due punti sono in conformità a quanto prescritto dall'art. 77, punto 7, del DPR 495/92.

Le pellicole retroriflettenti utilizzate nella produzione di segnali stradali permanenti devono avere un marchio di identificazione visibile e durevole. La durata del marchio deve essere equivalente alla vita attesa della pellicola retroriflettente e deve essere visibile a prodotto finito. Il marchio deve contenere almeno le seguenti informazioni:

- il logo o simbolo identificativo del fabbricante;
- il codice identificativo del prodotto;
- la classe di prestazioni retroriflettenti come specificato nella EN 12899-1 o nel Benestare Tecnico Europeo (ETA) pertinente;
- La durata in anni delle varie tipologie di pellicole retroriflettenti:
- **7 anni** per le pellicole a microsfere di classe RA1;
- **10 anni** per le pellicole a microsfere di classe RA2 e per le pellicole a microprismi fluoro-rifrangenti;
- **12 anni** per le pellicole a microprismi.

Tutte le informazioni devono essere ripetute almeno una volta per ogni area di (400x400) mm. Possono essere riportate informazioni supplementari. Le prescrizioni tecniche relative alle pellicole rifrangenti si intendono soddisfatte qualora i materiali forniti dalla ditta produttrice risultino superare, con esito positivo, tutte le analisi e prove di laboratorio prescritte dalle norme vigenti e/o indicate dal presente C.S.A.. Le pellicole retroriflettenti dovranno possedere requisiti non inferiori a quanto indicato nella norma UNI EN 12899-1.

Opere complementari per l'allestimento dei segnali verticali

In merito ai materiali utilizzati nelle opere complementari, necessarie per consentire l'allestimento dei segnali verticali, si prescrive quanto di seguito:

- *Materiali ferrosi* - I materiali ferrosi utilizzati per la realizzazione dei segnali saranno esenti da scorte, soffiature, saldature o da qualsiasi altro difetto. Essi dovranno soddisfare i requisiti stabiliti dal DM 14 gennaio 2008 del Ministero Infrastrutture e Trasporti, Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni.

- *Acqua* - L'acqua utilizzata per la preparazione delle malte e del conglomerato cementizio dovrà essere dolce, limpida, esente da tracce di cloruro o solfati, non inquinata da materie organiche o comunque dannose all'uso cui le acque medesime sono destinate.

- *Leganti idraulici* - Dovranno corrispondere alle caratteristiche tecniche ed ai requisiti dei leganti idraulici di cui al D.M. del 23-09-2005 del Ministero Infrastrutture e Trasporti, Norme Tecniche per le Costruzioni.

- *Ghiaie - Ghiaietti - Pietrischi - Pietrischetti - Sabbie per opere murarie* (Da impiegarsi nella formazione di conglomerati cementizi). Dovranno corrispondere ai requisiti stabiliti dal DM 14 gennaio 2008 del Ministero Infrastrutture e Trasporti, Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni, per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale. Gli inerti, naturali o di frantumazione, devono essere costituiti da elementi non gelivi e non friabili, privi di sostanze organiche, limose ed argillose, di gesso, ecc., in proporzioni nocive all'indurimento del conglomerato od alla conservazione delle armature. La ghiaia o il pietrisco devono avere dimensioni massime commisurate alle caratteristiche geometriche della carpenteria del getto ed all'ingombro delle armature.

Segnaletica complementare

Condizioni per la fornitura dei delineatori normali e dei dispositivi rifrangenti. I materiali da impiegare nelle forniture e nei lavori compresi nell'appalto dovranno corrispondere, per caratteristiche alle prescrizioni contenute nel presente Capitolato Speciale d'Appalto e a quanto stabilito nelle leggi ufficiali vigenti in materia e nelle norme armonizzate dell'Unione Europea; in mancanza di particolari prescrizioni i prodotti forniti dovranno essere delle migliori qualità in commercio in rapporto alla funzione cui sono destinati. In particolare i delineatori dovranno essere conformi alle indicazioni generali prescritte dall'art. 172 del Regolamento di attuazione del Nuovo Codice della Strada (DPR 495/92).

Quando il Direttore dei Lavori abbia rifiutato una qualsiasi provvista come non atta all'impiego, l'Impresa dovrà sostituirla con altra che corrisponda alle caratteristiche volute; i materiali rifiutati dovranno essere allontanati immediatamente dal cantiere a cura e spese della stessa Impresa.

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

Tutti i materiali di segnaletica complementare ed accessori oggetto della fornitura dovranno essere rigorosamente conformi alle tipologie, dimensioni, misure e colori di cui alle norme in epigrafe e quanto dichiarato e certificato.

I delineatori normali saranno costituiti interamente in polietilene ad alta densità (HDPE).

La parte di colore bianco deve avere un tenore di biossido di titanio (TiO_2) almeno del 2% e deve essere realizzata con unico materiale, escludendosi operazioni di sovrapposizione di pellicola bianca o altri materiali plastici o verniciatura di colore bianco.

La parte terminale superiore del delineatore normale di colore nero dovrà essere realizzata mediante pigmentazione in massa con nero fumo, ciò significa che deve essere realizzata con unico materiale e non mediante pellicola nera sovrapposta al bianco o verniciatura di colore nero.

La DL si riserva di verificare la corrispondenza delle caratteristiche prestazionali dichiarate e certificate sia in fase di fornitura dei materiali, a piè d'opera, sia in fase esecutiva, durante l'allestimento dell'impianto segnaletico.

In particolare la DL disporrà i seguenti controlli:

- *Accertamenti preventivi.* Il Direttore dei Lavori, dopo aver preso visione dei certificati di "qualità" e di "conformità" presentati dall'Impresa, si accerterà della rispondenza delle caratteristiche dei materiali o dei prodotti proposti per l'impiego, alle prescrizioni date dalle vigenti norme, disponendo ove ritenuto necessario ed a suo insindacabile giudizio, anche prove di controllo preventivo di laboratorio **a meno di quelle per il prelievo e l'invio dei campioni al Laboratorio Ufficiale Autorizzato che sono a carico dell'impresa appaltatrice.**

Se i risultati di tali accertamenti fossero difformi dalle caratteristiche stabilite dalla vigente normativa, si darà luogo alle necessarie variazioni nei materiali.

Per tutti i ritardi nell'inizio della fornitura derivanti dalle difformità sopra accennate o dalla ritardata presentazione delle Certificazioni e che comportino una protrazione del tempo utile contrattuale, sarà applicata la penale prevista in contratto.

- *Prove sistematiche di controllo in fase esecutiva.* In relazione a quanto precisato circa la qualità e le caratteristiche dei materiali per la loro accettazione, l'Impresa sarà obbligata a prestarsi in ogni tempo e di norma periodicamente per le forniture di materiali di impiego continuo, alle prove ed esami dei materiali impiegati e da impiegare, **sottostando a tutte le spese di prelevamento e di invio dei campioni ai Laboratori Ufficiali** indicati dalla Stazione Appaltante.

In particolare, tutte le prove di analisi dei materiali saranno eseguite presso il Laboratorio Ufficiale Autorizzato. I campioni verranno prelevati in contraddittorio in ragione di una doppia serie di 10 ogni 5.000 pezzi forniti. Nelle serie sono compresi anche i dispositivi rifrangenti. Per una delle serie prelevate, a disposizione di eventuali prove in caso di controversie, sarà ordinata la conservazione nel competente Ufficio Compartimentale previa apposizione di sigilli e firme del Direttore dei Lavori e dell'Impresa e nei modi più adatti a garantire l'autenticità e la conservazione. I risultati ottenuti in tali laboratori, saranno i soli riconosciuti validi dalle due parti; ad essi si farà esclusivo riferimento a tutti gli effetti dell'appalto.

Tra la documentazione tecnica richiesta all'impresa appaltatrice, è compreso il Certificato d'origine del **polietilene ad alta densità** rilasciato dalla ditta produttrice contenente i valori

relativi alla densità, al titolo in pigmento TiO_2 e all'indice di fluidità (Melt Index) del polimero.

2.6 Misurazione E Contabilizzazione

L'Appaltatore ha l'onere contrattuale di predisporre in dettaglio, sia per i lavori compensati a corpo che per quelli compensati a misura, tutti i disegni contabili delle opere realizzate e delle lavorazioni eseguite, con l'indicazione (quote, prospetti e quant'altro necessario) delle quantità, parziali e totali, nonché con l'indicazione delle relative operazioni aritmetiche e degli sviluppi algebrici necessari alla individuazione delle quantità medesime, di ogni singola categoria di lavoro attinente l'opera, ovvero la lavorazione interessata.

Tali disegni contabili, da predisporre su supporto informatico e da tradurre, almeno in duplice copia, su idoneo supporto cartaceo, saranno obbligatoriamente consegnati tempestivamente alla Direzione Lavori, per il necessario e preventivo controllo e verifica da effettuare sulla base delle misurazioni, svolte durante l'esecuzione dei lavori, contraddittorio con l'Appaltatore.

La suddetta documentazione contabile è indispensabile per la predisposizione degli Stati di Avanzamento Lavori (SAL) e per l'emissione delle relative rate di acconto, secondo quanto stabilito in merito per i pagamenti.

Si evidenzia, inoltre, che tale documentazione contabile resterà di proprietà del committente.

Si precisa che:

- I lavori compensati "a misura" saranno liquidati secondo le misure geometriche (ovvero a numero), così come rilevate dalla Direzione Lavori, in contraddittorio con l'Appaltatore, durante l'esecuzione dei lavori
- I lavori da compensare "a corpo", invece, saranno controllati in corso d'opera attraverso le misure geometriche (ovvero a numero), rilevate dalla Direzione Lavori in contraddittorio con l'Appaltatore, che verranno confrontate con le quantità rilevabili dagli elaborati grafici facenti parte integrante ed allegati al Contratto di Appalto.

Per quanto riguarda la predisposizione degli Stati di Avanzamento Lavori e l'emissione delle relative rate d'acconto, il corrispettivo da accreditare nei SAL è la parte percentuale del totale del prezzo a corpo risultante da tale preventivo controllo, effettuato a misura, oltre le prescritte trattenute di Legge e le eventuali risultanze negative (detrazioni) scaturite a seguito del Collaudo in corso d'opera.

All'avvenuto completamento di tutte le opere a corpo, risultante da apposito Verbale di constatazione, redatto in contraddittorio con l'Appaltatore, la Direzione Lavori provvederà al pagamento del residuo con le suddette modalità, deducendo le prescritte trattenute di

Legge e le eventuali risultanze negative scaturite dalle operazioni e dalle verifiche effettuate dalla Commissione di Collaudo in corso d'opera.

Segnaletica orizzontale

Le quantità dei lavori e delle forniture saranno determinate con metodi geometrici, a numero od a peso, in relazione a quanto previsto nell'Elenco Prezzi.

I lavori saranno liquidati in base alle verifiche dei parametri prestazionali, indicate nei paragrafi precedenti di questo Capitolato.

Nel caso che dalle misure di controllo delle quantità risultassero dimensioni minori di quelle prescritte dalla DL sarà facoltà insindacabile della stessa ordinare la rimozione delle opere e la loro ricostruzione a cura e spese dell'Impresa. Nel caso le minori dimensioni accertate fossero compatibili con la funzionalità e la stabilità delle opere, queste potranno essere accettate e pagate, ad insindacabile giudizio della DL, in base alle quantità effettivamente eseguite con applicazione delle opportune detrazioni.

Le misure saranno eseguite in contraddittorio, mano a mano che si procederà all'esecuzione dei lavori, e riportate su appositi libretti che saranno firmati dagli incaricati della Direzione dei Lavori e dall'Impresa.

Resta sempre salva, in ogni caso, la possibilità di verifica e di rettifica anche in occasione della visita di collaudo.

In particolare:

- la valutazione delle strisce longitudinali sarà effettuata a metro lineare in base allo sviluppo effettivo secondo quanto indicato nei singoli articoli di elenco.
- La valutazione delle zebraure, linee di arresto e simili sarà effettuata a metro quadrato in base allo sviluppo effettivo della superficie verniciata e secondo quanto indicato nei singoli articoli di elenco.
- La valutazione delle scritte a terra sarà effettuata a metro quadrato in base alla superficie, vuoto per pieno, del parallelogramma che circonda ciascuna lettera.

Segnaletica verticale

La valutazione della segnaletica verticale sarà effettuata a numero o superficie secondo quanto indicato nei singoli articoli d'elenco.

Qualora i segnali d'indicazione o di preavviso siano realizzate mediante composizione di vari pannelli, la valutazione sarà effettuata applicando il relativo prezzo ai singoli pannelli.

Le dimensioni dei cartelli devono essere in ogni caso conformi a quanto prescritto dai regolamenti vigenti.

Nel caso di fornitura non regolamentare, questa potrà non essere accettata dal DL e dovrà essere rimossa a cura e spese dell'Appaltatore. Qualora quest'ultimo non intervenisse il committente S.p.A. procederà in danno.

La valutazione dei sostegni sarà effettuata a numero, a metro lineare od a peso secondo quanto indicato nei singoli articoli di elenco.

Segnaletica complementare

La valutazione della segnaletica complementare sarà effettuata a numero secondo quanto indicato nei singoli articoli d'elenco.

Scavi in genere

Gli scavi di sbancamento e di fondazione necessari per la formazione delle fondazioni dei sostegni di segnali verticali sono compresi nel prezzo dei calcestruzzi, salvo che non sia diversamente indicato nei prezzi stessi.

L'esecuzione degli scavi in genere, con le modalità prescritte capitolato specifico, comprendente tra gli oneri particolari:

- il taglio delle piante ove necessario, l'estirpazione delle ceppaie, radici, arbusti, ecc., ed il trasporto dei materiali di risulta a deposito o rifiuto secondo la normativa vigente in materia;
- il carico, trasporto e scarico dei materiali di scavo a rifiuto, a reimpiego od a deposito a qualsiasi distanza; il perfetto ripristino delle scarpate, dei fossi e delle banchine.

Qualora per la qualità del terreno, o per qualsiasi altro motivo, fosse necessario puntellare, sbatacchiare e armare le pareti degli scavi, l'Impresa dovrà provvedere senza alcun compenso speciale in quanto operazioni comprese negli oneri della sicurezza.

Conglomerati cementizi

I conglomerati cementizi, che non siano già compresi nella posa in opera dei segnali sia in fondazione che in elevazione, semplici o armati, verranno misurati a volume con metodo geometrico in base a misure dal vivo.

Non verranno dedotti il volume dei ferri di armatura e dei sostegni dei segnali ed i vani di volume minore o eguale a mc. 0,20 ciascuno intendendosi in tal modo compensato il maggior magistero richiesto per la formazione di eventuali fori o feritoie regolarmente disposti, da realizzare nel numero e delle posizioni che verranno richieste dalla Direzione dei Lavori.

Saranno valutati e pagati con i relativi prezzi di elenco i vari tipi di conglomerato cementizio armato esclusivamente in base al valore della resistenza caratteristica, prescritta secondo il progetto od ordinata per iscritto dalla Direzione dei Lavori.

Nel caso che dalle prove di rottura, risultasse per un conglomerato cementizio, un valore della resistenza caratteristica inferiore a quello richiesto, dopo l'accertamento che tale valore soddisfa ancora le condizioni statiche dell'opera, si provvederà all'applicazione del prezzo di elenco corrispondente al valore della resistenza caratteristica riscontrato con l'applicazione delle opportune detrazioni.

Nel caso invece, che dalle prove di rottura risulti una resistenza caratteristica superiore a quella prescritta secondo progetto od ordinata per iscritto dalla Direzione Lavori, non si darà luogo ad alcuna maggiorazione del prezzo unitario stabilito in elenco.

Sono compresi nel prezzo del conglomerato la fornitura a piè d'opera di tutti i materiali necessari (inerti, leganti, acqua, ecc.), la mano d'opera, la cassaforma, le armature di sostegno dei casseri, le attrezzature e macchinari per la confezione, la posa in opera, la vibrazione dei calcestruzzi e quanto altro occorra per dare il lavoro finito a completa regola d'arte.

Casseforme

Le casseforme, salvo diversa indicazione negli articoli di elenco, sono comprese nel prezzo dei conglomerati cementizi sia ordinari sia armati.

Acciaio per strutture in C.A.

Il peso dell'acciaio tondo per l'armatura del calcestruzzo, verrà determinato mediante il peso teorico corrispondente ai vari diametri effettivamente prescritti, trascurando le quantità superiori alle prescrizioni, le legature gli eventuali distanziatori e le sovrapposizioni per le giunte non previste o non necessarie intendendosi come tali anche quelle che collegano barre di lunghezza inferiore a quella commerciale.

Il peso del ferro in ogni caso verrà determinato con mezzi analitici ordinari, misurando cioè lo sviluppo lineare effettivo di ogni barra (seguendo le sagomature e uncinate) e moltiplicando per il peso unitario determinato in base alle dimensioni nominali ed al peso specifico di $7,85 \text{ kg/dm}^3$.

Il peso dell'acciaio speciale ad alto limite elastico, di sezione anche non circolare sarà determinato moltiplicando lo sviluppo lineare dell'elemento per il peso unitario del tondino di sezione corrispondente determinato in base al peso specifico di $7,85 \text{ kg/dm}^3$.

Il tondino sarà fornito e dato in opera nelle casseforme, dopo aver subito tutte le piegature, sagomature e legature progettuali, curando che la posizione dei ferri coincida rigorosamente con quella fissata nei disegni esecutivi.

Profilati e manufatti in acciaio

I manufatti in acciaio, in profilati comuni o speciali, od in getti di fusione, saranno pagati secondo i prezzi di Elenco.

Tali prezzi si intendono comprensivi della fornitura dei materiali, lavorazione secondo i disegni, posa e fissaggio in opera, verniciatura e/o zincatura a caldo ed ogni altro onere per dare il lavoro compiuto a perfetta regola d'arte.

Qualora i prezzi di elenco di detti manufatti prevedano la valutazione a peso verrà determinato prima della posa in opera mediante pesatura da verbalizzare in contraddittorio.

2.7 Non Conformità E Sanzioni

Tutte le prestazioni dei componenti la segnaletica stradale, orizzontale, verticale e complementare, prescritti dal progetto e dichiarati nel **Dossier di Prodotto** potranno essere singolarmente verificati in corso d'opera.

Ogni inidoneità riscontrata obbliga l'Appaltatore all'applicazione dei necessari correttivi, ovvero alla sostituzione del componente inidoneo con altro componente che assicuri le prestazioni dovute.

Qualora le caratteristiche e la qualità dei materiali non dovessero corrispondere ai limiti in precedenza indicati, la fornitura dei prodotti sarà ritenuta **non conforme** e la **Direzione Lavori** procederà nei modi di seguito descritti:

- per **irregolarità relative alla qualità dei materiali** e quanto altro possa concorrere, anche in modo parziale, a compromettere le caratteristiche prestazionali richieste e la durata delle opere realizzate, l'Appaltatore sarà tenuto a **sostituire a sue spese i materiali in difetto** con altri che rispondano alle caratteristiche richieste;
- per **irregolarità relative a caratteristiche** che, comunque, non concorrano a compromettere le prestazioni delle opere realizzate, quali ad esempio l'inefficacia delle protezioni anticorrosive dei materiali metallici, in particolare quelle presenti nei pannelli, nei sostegni, nei fissaggi e nelle strutture in acciaio costituenti i portali, ovvero di altre caratteristiche prestazionali dei materiali utilizzati, si procederà all'applicazione di una **sanzione in percentuale sul prezzo** pari a quelle di seguito indicate:

Tabella 45: Sanzioni previste per le irregolarità rilevate sulle protezioni anticorrosive e le altre caratteristiche prestazionali previste per i pannelli, sostegni, fissaggi e le strutture in acciaio afferenti la segnaletica verticale

| Non Conformità | Azioni |
|--|--|
| Per irregolarità relative allo spessore delle protezioni anticorrosive che, comunque, non concorrano a compromettere le prestazioni dei dispositivi di sicurezza, minore al 20% di spessore in meno. | Il materiale sarà accettato dalla D.L. ma verrà applicata una sanzione economica così ripartita: dal 0,1% al 5,0% in meno di protezione anticorrosiva, una sanzione pari al 2.5% dell'intera FpO; dal 5,1% al 10,0% in meno di protezione anticorrosiva, una sanzione pari al 5% dell'intera FpO; dal 10,1% al 15,0% in meno di protezione anticorrosiva, una sanzione pari al 7.5% |

| | |
|--|--|
| | dell'intera FpO; dal 15,1% al 19,9% in meno di protezione anticorrosiva, una sanzione pari al 10% dell'intera FpO. |
| Per irregolarità relative allo spessore delle protezioni anticorrosive che, comunque, non concorrano a compromettere le prestazioni dei dispositivi di sicurezza, uguale o superiore al 20% di spessore in meno. | L'Appaltatore sarà tenuto a sostituire a sue spese i materiali non conformi con altri che rispondano alle caratteristiche richieste, nei tempi contrattuali stabiliti. |

- **Per irregolarità relative alle modalità di installazione**, o per esito negativo delle verifiche sulle prestazioni complessive dell'impianto segnaletico realizzato, l'Appaltatore è tenuto a sua cura e spese al completo rifacimento dell'impianto, sia questo afferente alla segnaletica orizzontale, verticale o complementare, ovvero alla parte di essi risultante inidonea

L'esito delle prove farà fede a tutti gli effetti.

In ogni caso, i materiali rifiutati dovranno essere immediatamente allontanati dal cantiere e riciclati o smaltiti a cura e spese dell'Appaltatore.

Le **prestazioni complessive degli impianti segnaletici** saranno verificate con riferimento alla verifica delle caratteristiche prestazionali richieste nel presente Capitolato, con le modalità specificate nell'Appendice.

Per l'Appaltatore, il riscontro della mancata o carente realizzazione di impianti segnaletici conformi alle prescrizioni contrattuali, comporta l'onere di revisione del progetto del piano di segnalamento e di revisione/integrazione dell'intervento effettuato, entro un termine di tempo che verrà stabilito dalla **Direzione Lavori**.

2.8 Collaudo

Il **Collaudatore**, alla fine dei lavori di realizzazione delle opere, dovrà procedere al **collaudo** dei sistemi segnaletici realizzati, siano essi afferenti alla segnaletica orizzontale, verticale ovvero complementare, allo scopo di accertarne la rispondenza alle indicazioni progettuali. Nel dettaglio, le attività di collaudo sono distinte nelle due tipologie di verifiche di seguito riportate, che devono essere attuate in sequenza:

- il Collaudo tecnico amministrativo, che consiste nella verifica puntuale della rispondenza tra opere realizzate ed opere progettate, con particolare riferimento alle caratteristiche geometriche e dimensionali delle opere, alle caratteristiche strutturali, a quelle prestazionali dei singoli componenti e, quindi, del sistema nel suo complesso, oltre che della rispondenza dei valori indicati nelle dichiarazioni di prestazione (attestazione di Marcatura CE) e nel dossier di Prodotto;
- la verifica della prestazione fotometrica, da attuare attraverso l'esecuzione di rilevazioni puntuali e, se disponibile il mezzo, con rilievi dinamici in corrispondenza dei punti e dei tratti di misura significativi per le varie tipologie di segnaletica.

La non rispondenza di una o più delle verifiche di cui al punto i. non consente l'esecuzione delle verifiche di cui al punto ii. ciò, in quanto, tali non rispondenze sono da imputarsi ad errori di esecuzione e, di conseguenza, rendono non collaudabile e liquidabile il lavoro.

Collaudo delle caratteristiche tecnologiche dei segnali stradali

Vengono di seguito descritte le modalità di collaudo delle caratteristiche geometriche, dimensionali e strutturali delle varie tipologie di segnaletica installate.

Le prove richieste dal Collaudatore saranno a carico dell'Appaltatore del sistema segnaletico specifico.

La parte integrante del collaudo delle suddette caratteristiche è rappresentata dalla verifica puntuale dei seguenti documenti, che dovranno essere consegnati dall'Impresa alla Direzione Lavori al termine di tutte le lavorazioni:

- Elaborati progettuali e costruttivi finali dell'opera (*As-Built*)
- Dichiarazione di prestazione (attestazione di Marcatura CE)
- Rapporti di prova
- Manuale di installazione
- Manuale di manutenzione

Nel dettaglio, il collaudo delle caratteristiche tecnologiche e prestazionali dei segnali, ad esclusione delle prestazioni fotometriche e colorimetriche del sistema segnaletico considerato, consiste nello svolgimento delle seguenti attività:

- verifica delle caratteristiche geometriche e dimensionali;
- verifica delle **caratteristiche tecnologiche dei materiali** (ad es. anche mediante l'esecuzione di prove di durabilità specifiche per ogni tipo di materiale costituente la varie categorie segnaletiche);
- verifica delle **caratteristiche prestazionali ad esclusione di quelle fotometriche e colorimetriche** (ad es. la resistenza al derapaggio dei prodotti della segnaletica orizzontale)
- verifica del corretto **serraggio di tirafondi e bulloni** nelle strutture in acciaio e alluminio costituenti i sostegni a portale della segnaletica verticale.

Qualora caratteristiche dell'opera realizzata non rispondano alle specifiche di progetto, l'opera dovrà essere adeguata e resa conforme alle specifiche progettuali, secondo le prescrizioni del Collaudatore

Il Collaudatore, dopo aver concluso le suddette attività (descritte in dettaglio nei successivi Paragrafi) e verificato il rispetto di quanto eventualmente richiesto, provvederà quindi al rilascio del relativo Certificato di collaudo.

Collaudo delle caratteristiche fotometriche e colorimetriche dei segnali stradali

Il collaudo funzionale delle caratteristiche fotometriche e colorimetriche dell'impianto segnaletico oggetto del collaudo, deve essere effettuato attraverso le due fasi successive che vengono di seguito riportate:

- **Collaudo dell'opera realizzata**, che consiste nell'analisi della documentazione tecnica (relazioni di progetto, certificati di attestazione delle caratteristiche dei materiali, ecc.), oltre che nella verifica, anche per ispezione visiva, dei componenti del sistema segnaletico oggetto del collaudo (assenza di distacchi nelle pitture, corretto inserimento dei sistemi antirotazione nei sostegni dei pannelli per la segnaletica verticale, inasportabilità dei dispositivi catarifrangenti nei delineatori normali, ecc.);
- **Collaudo funzionale**, che consiste nella:
 - **verifica delle caratteristiche fotometriche** del sistema segnaletico oggetto dell'appalto;

- verifica delle caratteristiche colorimetriche e del fattore di luminanza del sistema segnaletico oggetto dell'appalto;
- **verifica della coerenza dei prodotti e dispositivi installati**, sia nel loro insieme che per tipologia di segnaletica installata, con il **Progetto di Segnalamento** predisposto dal committente.

Le modalità di verifica sono analoghe sia in strade esistenti, sia in strade di nuova realizzazione.

- La verifica delle caratteristiche fotometriche, colorimetriche e del fattore di luminanza, consiste nella effettuazione dei rilievi fotometrici e colorimetrici *post-operam* presso punti di misura significativi, direttamente sulla strada ovvero sui segnali verticali e/o complementari pre-individuati contestualmente tra la DL e impresa appaltatrice (Punti di Controllo).

Il collaudo si considera superato se le verifiche effettuate confermano l'effettivo conseguimento delle prestazioni fotometriche, colorimetriche e tecnologiche prescritte. Il dettaglio delle operazioni di verifica e di calcolo da eseguire in fase di collaudo è riportato in Appendice.

2.9 *Manutenzione*

I materiali e i dispositivi che costituiscono il “sistema segnaletica stradale” devono essere dotati di un **Piano di Manutenzione**.

Tale Piano, che costituisce parte integrante del Progetto Esecutivo, deve prevedere, pianificare e programmare le attività di manutenzione dei materiali e dei dispositivi costituenti il “sistema segnaletica stradale”, allo scopo di mantenerne nel tempo la funzionalità, le caratteristiche di qualità, l’efficienza ed il valore economico.

Contenuti e articolazione del Piano di Manutenzione

Il Regolamento D.P.R. 5 ottobre 2010, n. 207 di esecuzione ed attuazione del decreto legislativo 12 aprile 2006, n. 163, recante «Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione delle direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE» è **stato abrogato** a fare data dal 19 Aprile 2016 ad esclusione di una serie di articoli che resteranno in vigore fino all’emanazione degli atti richiamati nel Nuovo Codice dei Contratti d.lgs. n. 50 del 18 Aprile 2016 (decreti del MIT attuativi e Linee-guida dell’ ANAC).

Fino alla data di entrata in vigore del decreto di cui all’articolo 23, comma 3, del D.lgs. n. 50 del 18 Aprile 2016, concernente la definizione dei contenuti della progettazione nei tre livelli progettuali, continuano ad applicarsi le disposizioni di cui alla parte II, titolo II, capo I e titolo XI, capi I e II, nonché gli allegati o le parti di allegati ivi richiamate, con esclusione dell'articolo 248, del decreto del Presidente della Repubblica 5 ottobre 2010, n. 207.

Sulla base di quanto indicato all’art.38 del D.P.R. n. 207/2010, articolo provvisoriamente ancora in vigore, il **Piano di Manutenzione** è costituito dai seguenti **documenti operativi**:

- **Manuale d’uso**, che riporta i metodi di ispezione da utilizzare allo scopo di individuare i possibili difetti che possono influenzare la durabilità del bene, la cui risoluzione consente di garantire l’allungamento della vita utile del sistema ed il mantenimento del valore patrimoniale dello stesso;
- **Manuale di manutenzione**, che costituisce lo strumento in grado di gestire un contratto di manutenzione ordinaria e l’eventuale ricorso ai centri di assistenza o di servizio;
- **Programma di manutenzione**, che definisce e programma gli interventi necessari a garantire la funzionalità, la durabilità ed il corretto esercizio degli impianti segnaletici realizzati, nonché la frequenza, gli oneri e le strategie di attuazione degli interventi da compiere nel medio e nel lungo periodo; in particolare, tale programma deve essere definito in funzione delle prestazioni attese (per classe di

requisito), dei controlli da eseguire nei successivi momenti del ciclo di vita dell'impianto/i (dinamica delle prestazioni), oltre che dell'organizzazione temporale degli interventi di manutenzione da realizzare.

Si ritiene comunque opportuno evidenziare come, già nelle fasi di esecuzione delle scelte progettuali e costruttive, si dovrà tener conto dell'esigenza di minimizzare la necessità di prevedere interventi di manutenzione sugli impianti realizzati. A tale proposito, è opportuno che la realizzazione dell'impianto/i segnaletici sia tale da garantire che, dopo il suo collaudo, durante la **Vita di Servizio dei materiali e dei dispositivi** (*si veda la tabella relativa alla **vita utile** dei prodotti segnaletici nel Paragrafo 23.11 relativo alla garanzia che deve fornire l'appaltatore per il lavoro realizzato*) non debbano di norma venire eseguiti importanti lavori di manutenzione, escludendo i lavori dovuti a cause accidentali, nonché gli interventi di pulizia ordinaria e di eventuale rimozione dei graffiti. L'Appaltatore, in caso di esito negativo dei controlli, sarà chiamato a sostituire gli elementi divenuti inadeguati, per i periodi sopra richiamati. Lo stesso Appaltatore si dovrà quindi impegnare a fornire, per i suddetti periodi di garanzia, elementi uguali a quelli messi in opera, oppure a sostituirli con elementi aventi almeno pari prestazioni e tali da non compromettere la funzionalità del sistema realizzato. Nei successivi paragrafi, distinti tra prodotti segnaletici usurabili ed elementi strutturali, sono riportati (a titolo indicativo e non esaustivo) gli interventi di manutenzione da prevedere per le principali categorie di materiali che costituiscono i sistemi segnaletici, singoli o integrati.

Manutenzione dei prodotti e dei dispositivi costituenti la segnaletica stradale

Vengono di seguito riportate le attività di controllo e gli interventi per la manutenzione degli elementi segnaletici che costituiscono il sistema, con l'indicazione della frequenza con le quali devono essere attuate. I controlli devono essere eseguiti con riferimento ai differenti possibili materiali con i quali sono realizzati i sottosistemi. Si sottolinea, inoltre, come il suddetto elenco sia da considerarsi come minimo, ma non esaustivo. A tale proposito, si evidenzia come le attività di controllo saranno tutte effettuate da parte del committente, mentre gli eventuali interventi di manutenzione dovranno essere eseguiti a carico, rispettivamente, dell'Appaltatore (Tabella n. 46) e del committente (Tabella n. 47).

Tabella 46: Interventi di manutenzione da eseguire a carico dell'Appaltatore.

| Attività di controllo | | |
|--|------------|---|
| SEGNALETICA ORIZZONTALE | Frequenza | Intervento di manutenzione |
| Verifica dell'integrità delle strisce longitudinali | 3 ÷ 6 mesi | Ripasso dei prodotti nei casi di distacco dalla pavimentazione |
| Verifica delle prestazioni fotometriche | 3 ÷ 6 mesi | Ripasso del prodotto con microsfere di vetro postspruzzate per ristabilire le prestazioni prescritte |
| Verifica delle prestazioni colorimetriche | 3 ÷ 6 mesi | Ripasso del prodotto in caso di scolorimento o ingrigimento dovuta alla risalita del butume o all'eccessiva postspruzzatura di microsfere di vetro di vetro |
| Verifica della resistenza al derapaggio | 3 ÷ 6 mesi | Postspruzzatura di granuli antiderapanti in caso di riduzione dell'aderenza dei pneumatici con valori di SRT inferiori a quelli prescritti |
| SEGNALETICA VERTICALE | Frequenza | Intervento di manutenzione |
| Controllo delle caratteristiche fotometriche e colorimetriche | 3 ÷ 5 anni | In caso di non conformità dei rilievi, ripristino delle pellicole applicate ai pannelli rispettando la tecnologia di realizzazione e la classe di prestazione |
| Controllo dello stato della verniciatura e/o zincatura e/o conservazione dei pannelli, dei sostegni e dei fissaggi | 3 ÷ 5 anni | Ripristino verniciatura e/o zincatura o trattamento con prodotti specifici per il ferro |
| Verifica dei dispositivi inamovibili antirotazione per i sostegni dei segnali a sezione circolare | 3 ÷ 5 anni | Quando necessario, sostituzione del dispositivo antirotazione sia del segnale rispetto al sostegno, sia del sostegno rispetto al terreno |
| SEGNALETICA COMPLEMENTARE | Frequenza | Intervento di manutenzione |
| Ispezione per valutare l'integrità ed il corretto posizionamento del dispositivo rifrangente | 1 anno | Sostituzione del dispositivo e verifica dell'integrità dell'incasso. |
| Controllo della stabilità del delineatore e dell'integrità delle caratteristiche del polimero | 2 anni | Sostituzione del delineatore in caso di perdita di stabilità causata dai raggi UV o dalle escursioni termiche |

Tabella 47: Interventi di manutenzione da eseguire a carico del committente

| Attività di controllo | | |
|---|-----------|---|
| SEGNALETICA ORIZZONTALE | Frequenza | Intervento di manutenzione |
| Verifica della visibilità diurna e notturna nei punti in cui l'impianto è soggetto ad essere sporcato dal passaggio dei mezzi | 6 mesi | Lavaggio con acqua a pressione delle strisce compromesse dallo sporco e dal grasso |
| Ispezione dell'integrità delle strisce | 1 anno | Segnalazione agli utenti dell'assenza di segnaletica orizzontale e apposizione del pannello integrativo prescritto (Modello II 6/a art. 83 Regolamento di Attuazione del NCS) |
| SEGNALETICA VERTICALE | Frequenza | Intervento di manutenzione |
| Ispezione dell'integrità delle pellicole e verifica dei danni esterni (graffi, urti, vandalismo, ecc.) | 1 anno | Sostituzione del pannello in caso di danneggiamento grave |
| Ispezione della pulizia del pannello | 1 anno | Sciacquare con acqua evitando getti con pressione eccessiva, trattamento con prodotti specifici per la rimozione graffi |
| Ispezione per valutare la presenza ed il serraggio di bulloni o parti divenute sporgenti | 2 anni | Riposizionamento degli elementi nella loro posizione originale / serraggio bulloni |
| SEGNALETICA COMPLEMENTARE | Frequenza | Intervento di manutenzione |
| Ispezione dell'integrità dei dispositivi rifrangenti e verifica dei danni esterni (graffi, urti, vandalismo, ecc.) | 1 anno | Sostituzione del catadiottro in caso di danneggiamento grave |
| Verifica dell'integrità del delineatore (rottture, piegamenti, deformazioni dovute all'azione del fuoco, ecc.) | 1 anno | Sostituzione del delineatore in caso di danneggiamento grave |

Manutenzione degli elementi strutturali in acciaio e alluminio

Il problema della **corrosione** delle parti metalliche è un fenomeno che interessa tutte le strutture, ma che è particolarmente accentuato in ambito stradale.

A tale proposito, infatti, si evidenzia che i sali disgelanti sparsi sulle pavimentazioni intaccano il metallo, assieme alle nebbie, all'umidità ed ai cicli di gelo-disgelo.

Sulle strade, inoltre, sono diffusi contatti, non previsti e non adeguatamente protetti, tra materiali aventi differente potenziale elettrico e diversa resistenza alla corrosione; a tale proposito si verifica quello che viene definito "effetto pila", che avviene a scapito del materiale più nobile.

Questi problemi vengono risolti tramite le operazioni di zincatura e verniciatura, che garantiscono agli elementi metallici una lunga durata ed una buona garanzia di conservazione delle prestazioni meccaniche.

È importante valutare le condizioni dei sostegni e dei fissaggi dei pannelli e delle strutture a traliccio e/o tubolari in acciaio dei portali e, in particolare, che non siano presenti segni di usura, nonché valutare le eventuali presenze di fenomeni corrosivi e lo stato della zincatura e verniciatura.

Sul sostegno, come sul traliccio dei portali non devono essere presenti deformazioni per urti violenti e, inoltre, gli elementi non devono assolutamente essere curvati; qualora si riscontrino le predette condizioni, occorre procedere alla loro sostituzione. La rimozione e la sostituzione di un traliccio è un'operazione impegnativa, che richiede l'utilizzo di mezzi meccanici e con un maggiore impatto sull'esercizio dell'infrastruttura stradale.

Le attività di controllo opportunamente cadenzate saranno tutte effettuate da parte del committente mentre gli eventuali interventi per la manutenzione degli elementi strutturali in acciaio e del sistema segnaletico dovranno essere eseguiti sia dall'Appaltatore (nel periodo di garanzia dei segnali) che dal committente.

Manutenzione degli accessori metallici

Anche le piccole parti metalliche, quali **viti, dadi e rondelle** collegati agli elementi di fissaggio del pannello, ovvero la verifica della permanenza della zincatura a caldo sugli elementi costituenti il segnale, devono essere oggetto di periodiche ispezioni e attività di manutenzione.

Qualora nei sostegni a portale siano presenti **bulloni non dotati di un controdado**, è importante verificare che gli sforzi di fatica, dovuti allo spostamento d'aria generato dal passaggio del traffico veicolare, non possano creare un allentamento, facendo diminuire la coppia di serraggio del dado applicato al tirafondo.

A tale proposito, la Direzione Lavori stabilirà numero e collocazione dei bulloni che saranno marcati con una linea di vernice indelebile, volta a garantire l'evidenza di un eventuale allentamento.

Si evidenzia, comunque, che in ogni caso **controlli con chiave dinamometrica** saranno eseguiti periodicamente da parte del committente (**almeno ogni 5 anni**), allo scopo di controllare il reale fissaggio dell'opera al manufatto.

È importante, inoltre, effettuare il controllo della condizione di tutti gli elementi metallici; in caso di danni o lacune, la relativa sostituzione di tali elementi è a carico dell'Appaltatore.

Ripristino dei danni da vandalismo

Nel **Piano di Manutenzione** sopra citato dovrà essere inclusa l'adozione di un **programma di ripristino** dei sistemi posti in opera che saranno eventualmente oggetto di specificati atti di **vandalismo**.

2.10 Garanzia

2.10.1 Segnaletica orizzontale

L'Impresa deve garantire quanto segue:

la segnaletica orizzontale permanente eseguita, in funzione del prodotto utilizzato, deve essere garantita dall'Appaltatore per i periodi minimi indicati nella seguente tabella:

Tabella 48: Durata minima di vita funzionale* dei prodotti per la segnaletica orizzontale

| PRODOTTO SEGNALETICO | DURATA DI VITA FUNZIONALE |
|--|---------------------------|
| Pittura a solvente organico (colore bianco) | 6 mesi |
| Pittura a solvente acquoso (colore bianco) | 8 mesi |
| Pittura in materiale termoplastico (colore bianco) | 24 mesi |
| Pittura in materiale plastico a freddo (colore bianco) | 24 mesi |
| Prodotti preformati (colore bianco) | 36 mesi |
| Inseri stradali catarifrangenti | 24 mesi |

* La durata minima di vita funzionale è la durata in cui tutti i requisiti prestazionali prescritti, per ogni singolo prodotto, sono presenti e il decadimento degli stessi, al termine del periodo indicato, è comunque contenuto all'interno delle classi di prestazione iniziale significative (il minimo prescritto per rispondere al requisito richiesto) prescritte dalla UNI EN 1436.

Al termine dei suddetti periodi di garanzia, i prodotti segnaletici stesi o installati devono presentare le seguenti caratteristiche:

- i prodotti per segnaletica orizzontale devono presentare una striscia visibile, compatta ed uniforme, senza distacchi e con le dimensioni originali di stesa integre;
- le coordinate cromatiche dei prodotti per segnaletica orizzontale devono ricadere all'interno del box cromatico prescritto per il colore bianco;
- i valori di retroriflessione dei prodotti per segnaletica orizzontale non devono essere inferiori alla classe R2 (100) della UNI EN 1436;
- la resistenza al derapaggio dei prodotti per segnaletica orizzontale non deve essere inferiore alla classe S1 (45) della UNI EN 1436;
- il coefficiente di intensità luminosa R, degli inserti stradali catarifrangenti, misurato ad un angolo di incidenza di 0,3° e ad un angolo di illuminazione di $\pm 5^\circ$, non deve essere minore dell'80% del valore esposto nella Tabella 17 del presente CSA;
- Il fattore di luminanza, degli inserti stradali catarifrangenti, non deve essere minore dell'80% del valore esposto nella Tabella 19 del presente CSA.

L'Impresa non avrà nulla a pretendere, in caso di rifacimenti successivi al primo impianto e per il mantenimento dei requisiti prestazionali entro il periodo minimo indicato per ciascun prodotto.

L'Impresa appaltatrice dovrà verificare, in contraddittorio con il Direttore dei Lavori, le condizioni di non conformità dell'impianto segnaletico eventualmente rilevate nel periodo di vita funzionale assicurata. Nei casi in cui non si rilevino particolari situazioni anomale che possono giustificare la non conformità in quanto causata da fatti imprevedibili, su disposizione del DL, l'impresa dovrà rifare la segnaletica non conforme durante il periodo in cui l'impianto è ancora in garanzia. A tal fine il committente richiede il mantenimento di una **fidejussione** da parte del soggetto appaltatore, per un periodo corrispondente alla durata di vita funzionale garantita per ciascun prodotto, a partire dalla data del collaudo tecnico amministrativo del lavoro, per un importo pari al **5%** del valore dell'installazione (fornitura e posa in opera).

Tale fidejussione, che è finalizzata a garantire il rispetto degli standard di qualità dei materiali e dell'installazione complessiva nei tempi fissati, viene svincolata al termine del periodo suddetto, a seguito del positivo esito delle verifiche sopra descritte.

2.10.2 Segnaletica verticale

L'Impresa deve garantire quanto segue:

la segnaletica verticale permanente installata, in funzione del prodotto utilizzato, deve essere garantita dall'Appaltatore per i periodi minimi indicati nella seguente tabella:

Tabella 49: Durata minima di vita funzionale* dei prodotti per la segnaletica verticale

| PRODOTTO SEGNALETICO | DURATA DI VITA FUNZIONALE |
|--|---------------------------|
| Segnali verticali con pellicola di classe RA1 | 7 anni |
| Segnali verticali con pellicola di classe RA2 | 10 anni |
| Segnali verticali con pellicola a microprismi | 12 anni |
| Segnali verticali con pellicola a microprismi fluoro-rifrangente | 10 anni |

* La durata minima di vita funzionale è la durata in cui tutti i requisiti prestazionali prescritti, per ogni singolo prodotto, sono presenti e il decadimento di alcuni di essi (R_A), al termine del periodo indicato, è comunque contenuto nel limite percentuale indicato per ogni singolo prodotto (UNI EN 12899-1).

Alla fine del suddetto periodo di garanzia la segnaletica verticale deve presentare le seguenti caratteristiche:

- a pellicola deve presentarsi non scolorita, priva di distacchi, delaminazioni, rigonfiamenti, incrinature ecc.;
- le coordinate cromatiche per le varie tipologie di pellicole devono ricadere all'interno del box cromatico prescritto dalle norme di riferimento per i relativi colori;
- i valori del coefficiente di retroriflessione R_A , misurato agli angoli di osservazione e illuminazione prescritti, non dovranno essere inferiori dell'80% dei valori tabellati per i vari colori e le varie tipologie di pellicole.

L'Impresa non avrà nulla a pretendere, in caso di rifacimenti successivi al primo impianto e per il mantenimento dei requisiti prestazionali entro il periodo minimo indicato per ciascun prodotto.

L'Impresa appaltatrice dovrà verificare in contraddittorio con il Direttore dei Lavori le condizioni di non conformità eventualmente rilevate nel periodo di vita funzionale assicurata. Nei casi in cui non si rilevino particolari situazioni anomale che possono giustificare la non conformità in quanto causata da fatti imprevedibili, su disposizione del DL, l'impresa dovrà rifare la segnaletica non conforme durante il periodo in cui l'impianto è ancora in garanzia. A tal fine il committente richiede il mantenimento di una **fidejussione** da parte del soggetto appaltatore, per un periodo corrispondente alla durata di vita funzionale garantita per ciascun prodotto, a partire dalla data del collaudo tecnico amministrativo del lavoro, per un importo pari al **5%** del valore dell'installazione (fornitura e posa in opera).

Tale fidejussione, che è finalizzata a garantire il rispetto degli standard di qualità dei materiali e dell'installazione complessiva nei tempi fissati, viene svincolata al termine del periodo suddetto, a seguito del positivo esito delle verifiche sopra descritte.

2.10.3 Segnaletica complementare

L'Impresa deve garantire quanto segue:

la segnaletica complementare installata, in funzione del prodotto utilizzato, deve essere garantita dall'Appaltatore per i periodi minimi indicati nella seguente tabella:

Tabella 50: Durata minima di vita funzionale* dei prodotti per la segnaletica complementare

| PRODOTTO SEGNALETICO | DURATA DI VITA FUNZIONALE |
|-----------------------------------|---------------------------|
| Delineatore normale di margine D3 | 5 anni |
| Dispositivo rifrangente R2 | 5 anni |

* La durata minima di vita funzionale è la durata in cui tutti i requisiti prestazionali prescritti, per ogni singolo prodotto, sono presenti e il decadimento degli stessi, al termine del periodo indicato, è comunque contenuto all'interno delle classi di prestazione iniziale prescritte dalla UNI EN 12899-3.

Alla fine del suddetto periodo di garanzia la segnaletica verticale deve presentare le seguenti caratteristiche:

- il corpo del delineatore non deve presentare rigonfiamenti, rotture, deformazioni evidenti, modifica del colore del corpo e scolorimento della parte terminale di colore nero;
- le coordinate cromatiche della superficie del delineatore normale devono ricadere all'interno del box cromatico prescritto dalla norma di riferimento per i relativi colori (bianco e nero);
- le coordinate cromatiche dei dispositivi rifrangenti devono ricadere all'interno del box cromatico prescritto dalla norma di riferimento per i relativi colori;
- i valori del coefficiente di retroriflessione R_A , misurato agli angoli di osservazione e illuminazione prescritti, non dovranno essere inferiori dell'80% dei valori tabellati per i vari colori (bianco, giallo e rosso) dei dispositivi rifrangenti.

L'Impresa non avrà nulla a pretendere, in caso di rifacimenti successivi al primo impianto e per il mantenimento dei requisiti prestazionali entro il periodo minimo indicato per ciascun prodotto.

L'Impresa appaltatrice dovrà verificare in contraddittorio con il Direttore dei Lavori le condizioni di non conformità eventualmente rilevate nel periodo di vita funzionale assicurata. Nei casi in cui non si rilevino particolari situazioni anomale che possono giustificare la non conformità in quanto causata da fatti imprevedibili, su disposizione del DL l'impresa dovrà rifare la segnaletica non conforme durante il periodo in cui l'impianto è ancora in garanzia. A tal fine il committente richiede il mantenimento di una **fidejussione**

da parte del soggetto appaltatore, per un periodo corrispondente alla durata di vita funzionale garantita per ciascun prodotto, a partire dalla data del collaudo tecnico amministrativo del lavoro, per un importo pari al **5%** del valore dell'installazione (fornitura e posa in opera).

Tale fidejussione, che è finalizzata a garantire il rispetto degli standard di qualità dei materiali e dell'installazione complessiva nei tempi fissati, viene svincolata al termine del periodo suddetto, a seguito del positivo esito delle verifiche sopra descritte.

2.11 *Appendice*

2.11.1 *Normative e riferimenti*

Il recente quadro normativo afferente la segnaletica stradale. I materiali e i dispositivi utilizzati nei lavori di segnaletica stradale, disciplinati nel presente Capitolato Tecnico, dovranno essere installati nel pieno rispetto delle norme vigenti, in particolare gli articoli 77 e seguenti del Regolamento per quanto attiene la segnaletica verticale; l'art. 35 inerente i segnali orizzontali temporanei e i dispositivi retroriflettenti integrativi relativamente ai lavori ed i depositi su strada e i relativi cantieri che devono essere dotati di sistemi di segnalamento temporaneo; gli articoli 137 e seguenti per quanto concerne la segnaletica orizzontale; gli articoli 153 e 154 per quanto riguarda i dispositivi retroriflettenti integrativi della segnaletica orizzontale e gli altri dispositivi contemplati nel Regolamento; gli articoli 173 e 174 relativamente ai delineatori normali di margine e ai delineatori speciali nel contesto della prescrizioni per la segnaletica complementare.

Nel corso dei lavori afferenti la segnaletica (orizzontale, verticale e complementare), sarà obbligo delle imprese appaltatrici, esecutrici o affidatarie, di adottare nell'esecuzione dei lavori tutti i provvedimenti e le cautele necessarie per assicurare la sicurezza dei lavoratori, nonché per evitare danni a beni pubblici e privati. Inoltre, l'impresa è obbligata agli adempimenti previsti dal D.lgs. n. 81/2008 e successive modifiche in attuazione dell'articolo 1 della Legge, n. 123/2007 in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro. In particolare, in riferimento al **Decreto Interministeriale del 04/03/2013**, in attuazione di quanto previsto dall'art. 161, comma 2-bis, del D.lgs. 81/08, l'impresa dovrà rispettare il regolamento, emanato con il predetto Decreto, che individua le procedure di revisione, integrazione e apposizione della segnaletica stradale destinata alle attività lavorative che si svolgano in presenza di traffico veicolare.

Le imprese appaltatrici, esecutrici o affidatarie, nelle attività di apposizione della segnaletica per la delimitazione di cantieri stradali in presenza di traffico veicolare, applicano almeno i criteri minimi di sicurezza di cui all'allegato I del predetto regolamento e ne danno evidenza nei documenti della sicurezza. Dell'adozione e applicazione dei criteri minimi, anche l'ente appaltante proprietario delle strade (gestore delle infrastrutture), ne dà evidenza nei propri documenti della sicurezza.

Il presente Capitolato Tecnico, relativamente ai prodotti e dispositivi utilizzati, è strutturato, oltre che sulle norme cogenti relative alla segnaletica stradale, anche su una serie di norme volontarie predisposte da parte dell'UNI e del CEN, sia per la caratterizzazione fisica, chimica e tecnologica dei materiali costituenti i prodotti e i

dispositivi segnaletici, sia per la valutazione delle caratteristiche prestazionali degli impianti realizzati con l'uso di tali materiali.

Tra le due categorie di norme (cogenti e volontarie), si è inserita una terza tipologia, le cosiddette norme coperte da Mandato della Commissione Europea (norme armonizzate) che spostano l'attività di controllo del Committente dalla verifica dei materiali utilizzati in corso d'opera, intesa come verifica quali-quantitativa dei singoli componenti costituenti il prodotto o il dispositivo, alla valutazione della prestazione finale fornita all'utente del servizio da parte dei prodotti stessi, una volta applicati e attivi nel contesto delle opere stradali.

In base alle regole comunitarie condivise da tutti gli Stati membri, nel caso di norme coperte da Mandato, dopo un periodo di coesistenza, le norme nazionali (anche cogenti), inerenti o in contraddizione, devono essere ritirate.

Le caratteristiche qualitative dei materiali e dei dispositivi sono a carico del produttore e del fornitore che dovrà operare in regime di qualità, adottando il sistema di gestione indicato dalla UNI EN ISO 9001, fornendo al Committente la documentazione prevista dalle norme per l'uso del marchio "CE". Tale documentazione, emessa da Organismi Notificati riconosciuti dagli Stati dell'Unione (*laboratori di prova, di calibratura e gli organismi di ispezione e di certificazione conformi alle norme europee applicabili*), garantisce la qualità dei prodotti o dei dispositivi che possono essere liberamente commercializzati ed ogni vincolo di carattere tecnico o burocratico adottato da singoli paesi membri può inficiare il principio comunitario della libera circolazione delle merci.

La Direttiva del MIT del 05/08/2013, relativa alle istruzioni e linee guida per la posa in opera della segnaletica stradale, rileva che nel "corso degli anni molte delle norme di settore sono state emanate come norme armonizzate, e con decreto del Ministero dello sviluppo economico 8 aprile 2010 è stato pubblicato l'"Elenco riepilogativo di norme concernenti l'attuazione della direttiva 89/106/CE relativa ai prodotti da costruzione". Lo stesso elenco si rinviene nella Comunicazione della Commissione europea 2013/C 186/02, pubblicata sulla Gazzetta ufficiale dell'Unione europea in data 28.06.2013".

Per la scelta dei prodotti, materiali ed attrezzature per segnaletica stradale i riferimenti primari sono e restano il Nuovo Codice della Strada ed il suo Regolamento di attuazione, ma è comunque necessario riferirsi alle norme armonizzate per integrare i riferimenti per la qualificazione dei prodotti segnaletici previsti dal Codice e dal Regolamento, la cui emanazione (*Disciplinari tecnici*) è sempre stata rinviata in vista della pubblicazione delle norme europee armonizzate.

L'impiego di prodotti impiegati negli appalti pubblici di lavori devono essere rispondenti, oltre alle regole tecniche nazionali obbligatorie, a *“specifiche tecniche”*, intese come l'insieme delle prescrizioni tecniche che definiscono le caratteristiche richieste di un materiale o un dispositivo (*le definizioni afferenti la locuzione “specifiche tecniche”, sono elencate nell’Allegato XIII del Nuovo Codice Appalti*) le cui modalità di formulazione sono contemplate nell'art. 68, comma 5, lettera b del Decreto legislativo 18 aprile 2016, n. 50 *“Nuovo Codice appalti”*.

In merito alla segnaletica orizzontale, le norme europee attualmente vigenti, non armonizzate, come la UNI EN 1871 del 2002 e la più recente UNI EN 12802 del 2011 indicano le proprietà fisiche e specificano i metodi di laboratorio per identificare i componenti presenti nei materiali utilizzati per segnaletica orizzontale. La recente UNI EN 13459 del 2012 specifica i metodi più idonei per ottenere dei campioni rappresentativi per i principali tipi di prodotti, cioè pittura, materiali plastici a freddo, materiali termoplastici, microsferi di vetro da premiscelare, materiali da postspruzzare, materiali preformati per segnaletica orizzontale e inserti stradali catarifrangenti.

La norma più importante per la caratterizzazione prestazionale della segnaletica orizzontale è la **UNI EN 1436: “un utile riferimento circa i parametri qualitativi minimi in uso della segnaletica orizzontale”** (*Direttiva del MIT “sulla corretta ed uniforme applicazione delle norme del Codice della Strada in materia di segnaletica e criteri per la sua installazione e manutenzione” – Dicembre 2000*).

Nell'ambito della segnaletica orizzontale le **norme armonizzate** attualmente applicabili sono la UNI EN 1423:2004 – *“Materiali da postspruzzare - Microsferi di vetro, granuli antiderapanti e loro miscele”*; la UNI EN 1463-1:2009 – *“Inserti stradali catarifrangenti - Parte 1: Requisiti delle prestazioni iniziali”*; la UNI EN 1790:2013 – *“Materiali preformati per segnaletica orizzontale”*.

Le **norme non armonizzate** a cui fare riferimento sono: la UNI EN 1871, inerente la descrizione delle proprietà fisiche dei materiali utilizzati per realizzare la segnaletica orizzontale (pitture, termoplastici e prodotti plastici a freddo), è attualmente in fase di revisione con l'ipotesi di richiedere, anche per tali prodotti, la marcatura *“CE”* (FprEN 1871:2012); la UNI EN 1424 - *“Microsferi di vetro da premiscelare”*; la UNI EN 12802 – *“Metodi di laboratorio per l'identificazione”*; la UNI 11154 – Segnaletica stradale orizzontale - *“Linee guida per la posa in opera”*

Per quanto concerne la segnaletica verticale, in merito ai requisiti richiesti per la fornitura dei segnali verticali permanenti per la segnaletica stradale, la norma di riferimento

“**armonizzata**” è la UNI EN 12899-1 “*Segnaletica verticale permanente per il traffico stradale – Parte 1: segnali permanenti*”. Il 01/01/2013 è terminata la coesistenza con le norme e i regolamenti nazionali, inerenti o contraddittori con la UNI EN 12899-1. In merito alla valutazione delle prestazioni della segnaletica verticale, la Direttiva del MIT del 2013, per quanto attiene ai segnali verticali permanenti non luminosi, suggerisce di fare riferimento alla norma volontaria UNI 11480:2013 “*Linea guida per la definizione di requisiti tecnico-funzionali della segnaletica verticale (permanente) in applicazione alla UNI EN 12899-1:2008*”, salvo una serie di precisazioni inerenti l’utilizzo condizionato di una classe fotometrica delle pellicole, la classe da considerare per la spinta del vento e i materiali da utilizzare per i supporti della segnaletica.

Relativamente alla segnaletica complementare, limitatamente ai delineatori di margine, la norma di riferimento “**armonizzata**” è la UNI EN 12899-3 – “*Delineatori normali di margine e dispositivi rifrangenti*”. Anche per tale norma è decorso il periodo di coesistenza e la sua applicazione, nel contesto della cosiddetta “disciplina di dettaglio e tecnica” (CSA), è obbligatoria.

- Codice della Strada D.Lgs. 30/04/1992, n. 285 e successive modifiche;
- Regolamento di Esecuzione D.P.R. 16/12/1992, n. 495 e successive modifiche;

2.11.2 Normativa sulla segnaletica orizzontale

Il presente CSA richiama le prescrizioni e i suggerimenti, diretti e indiretti, derivanti da Direttive e Circolari ministeriali, da norme europee e nazionali, che trovano riscontro nei seguenti documenti:

- Direttiva del 24 ottobre 2000 del Ministero dei Lavori Pubblici (G.U. n. 301 del 28/12/2000) relativa alla corretta ed uniforme applicazione delle norme del Codice della Strada in materia di segnaletica e criteri per l’installazione e la manutenzione;
- DECRETO 10 luglio 2002 del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (Pubblicato sulla GU n. 226 del 26-9-2002- Suppl. Straordinario)Disciplinare tecnico relativo agli schemi segnaletici, differenziati per categoria di strada, da adottare per il segnalamento temporaneo, dove per la segnaletica orizzontale temporanea
- Direttiva del MIT sulla segnaletica del 05.08.2013 concernente le “Istruzioni e linee guida per la fornitura e posa in opera di segnaletica stradale”,
- UNI EN 1436:2008 “Materiali per segnaletica orizzontale - Prestazioni della segnaletica orizzontale per gli utenti della strada”;
- UNI EN 1790:2013 “Materiali per segnaletica orizzontale - Materiali preformati per la segnaletica orizzontale”. La norma riguarda i nastri (“materiale preformato in grado di

adattarsi alla struttura del supporto, al quale può essere applicato un adesivo sensibile alla pressione, e in grado di essere incollato al supporto senza l'ausilio del calore”), il materiale plastico indurente a freddo (mono-componente o a componenti multipli), il materiale termoplastico preformato (materiale privo di solventi, sotto forma di prodotto granulare o in polvere che è riscaldato fino alla fusione e quindi applicato mediante applicatore meccanico”);

- UNI 11154:2006 “Segnaletica stradale - Linee guida per la posa in opera - Segnaletica orizzontale”.

Le norme di riferimento che le Direttive ministeriali richiamano sono le seguenti:

- UNI EN 1423 - Materiali per segnaletica orizzontale - Materiali da post-spruzzare - Microsfere di vetro, granuli antiderapanti e loro miscele;
- UNI EN 1424 - Materiali per segnaletica orizzontale - Microsfere di vetro da premiscelare;
- UNI EN 1436 Materiali per segnaletica orizzontale - Prestazioni della segnaletica orizzontale per gli utenti della strada;
- UNI EN 1463-1 - Materiali per segnaletica orizzontale - Inserti stradali catarifrangenti - Parte 1: Requisiti delle prestazioni iniziali;
- UNI EN 1463-2 - Materiali per segnaletica orizzontale - Inserti stradali catarifrangenti - Specifiche delle prestazioni delle prove su strada;
- UNI EN 1871 - Materiali per segnaletica orizzontale - Proprietà fisiche;
- UNI EN 1790 - Materiali per segnaletica orizzontale - Materiali preformati per segnaletica orizzontale;
- UNI EN 1824 - Materiali per segnaletica orizzontale - Prove su strada;
- UNI 11154 - Segnaletica stradale - Linee guida per la posa in opera - Segnaletica orizzontale;
- UNI EN 12802 - Materiali per segnaletica orizzontale - Metodi di laboratorio per l'identificazione;
- UNI EN 13197 - Materiali per segnaletica orizzontale - Simulatori di usura tavola rotante;
- UNI EN 13459 - Materiali per segnaletica orizzontale - Campionamento da prodotti immagazzinati e prove;
- UNI EN 13212 - Materiali per segnaletica orizzontale - Requisiti per il controllo di produzione in fabbrica.

2.11.3 Normativa sulla segnaletica verticale

- Disciplinare Tecnico requisiti Pellicole Rifrangenti Ministero dei LL.PP. - D.M. 31/03/1995 n. 1584;
- Norma UNI 11122 - Pellicole rifrangenti con tecnologia microprismatica per segnaletica stradale;

- Norma UNI 11480:2013 “Linea guida per la definizione di requisiti tecnico-funzionali della segnaletica verticale (permanente) in applicazione alla UNI EN 12899-1:2008”;
- Norma EN 12899-1 - Segnaletica verticale permanente per il traffico stradale – segnali permanenti;
- Disciplinare e Norme Certificazione di Conformità della segnaletica verticale -
- Circolari Ministero dei LL.PP., n. 3652/98 e n. 1344/99;
- Disciplinare Tecnico Schemi Segnaletici per Segnalamento Temporaneo – Ministero delle II. e TT. - D.M. 10/07/2002;
- Direttiva sulla corretta ed uniforme applicazione delle norme del Codice della Strada in materia di segnaletica stradale – Ministero dei LL. PP. 24/10/2000.
- UNI EN 1011- (Saldatura - Raccomandazioni per la saldatura di materiali metallici);
- UNI EN 1991-1-4 – (Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 1-4: Azioni in generale - Azioni del vento);
- UNI EN 1993-1-1 – (Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici);
- UNI EN 1995-1-1 – (Eurocodice 5 - Progettazione delle strutture di legno - Parte 1-1: Regole generali - Regole comuni e regole per gli edifici);
- UNI EN 1999-1-1 – (Eurocodice 9 - Progettazione delle strutture di alluminio - Parte 1-1: Regole strutturali generali);
- UNI EN 10240 – (Rivestimenti protettivi interni e/o esterni per tubi di acciaio - Prescrizioni per i rivestimenti di zincatura per immersione a caldo applicati in impianti automatici.);
- UNI EN 12665 – (Luce e illuminazione - Termini fondamentali e criteri per i requisiti illuminotecnici);
- UNI EN 12767 – (Sicurezza passiva di strutture di sostegno per attrezzature stradali - Requisiti, classificazione e metodi di prova);
- UNI EN 12899-4 – (Segnaletica verticale permanente per il traffico stradale - Parte 4: Controllo di produzione in fabbrica);
- UNI EN 12899-5 – (Segnaletica verticale permanente per il traffico stradale - Parte 5: Prove iniziali di tipo);
- 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 ISO 4892-2 – (Materie plastiche - Metodi di esposizione a sorgenti di luce di laboratorio - Parte 2: Lampade ad arco allo xeno);
- UNI EN ISO 6272 – (Pitture e vernici - Prove di deformazione rapida (resistenza all'urto) - Parte 1: Prova con massa cadente con punzone di larga superficie);
- UNI EN ISO 9001 – (Sistema di gestione per la qualità – Requisiti);
- UNI EN ISO 4 – (Informazione e documentazione - Regole per l'abbreviazione delle parole del titolo e dei titoli delle pubblicazioni);
- CIE 15 – (Colorimetria);

- CIE 54-1 – (Retroriflessione. Termini e definizioni);
- CIE 74 – (Segnali stradali).

2.11.4 Norme relative ai pannelli, ai sostegni e ai fissaggi dei segnali verticali permanenti.

- UNI 8744 – (Prodotti vernicianti. Prova di resistenza anticorrosione in camera umidostatica al 100% di umidità relativa) norma ritirata senza sostituzione;
- UNI EN 9240 - (Mobili. Determinazione dell'adesione delle finiture al supporto mediante prova di strappo);
- UNI EN 1519 - Prodotti vernicianti. Prova di piegamento (mandrino cilindrico));
- UNI EN 9535 - (Prodotti vernicianti. Prova di resistenza alla rigatura (metodo della penna));
- UNI EN 8901 - (Prodotti vernicianti. Determinazione della resistenza all'urto);
- UNI EN 9590 - (Prodotti vernicianti. Prova accelerata di laboratorio per la valutazione della corrosione sottopellicolare a bolle di supporti ferrosi verniciati (Scabcorrosion);
- UNI EN ISO 9227 - (Prove di corrosione in atmosfere artificiali. Prove in nebbia salina);
- UNI EN 2813 - (Prodotti vernicianti. Determinazione della brillantezza speculare di film di pittura non metallizzata a 20°, 60° e 85°);
- UNI EN 15185 – (Mobili – Valutazione della resistenza delle superfici all'abrasione);
- UNI EN ISO 20482 - (Materiali metallici – lamiere e nastri - prova di imbutitura Erichsen).

2.11.5 Normativa sulla segnaletica complementare

- Regolamento Modifiche R.d.E, D.P.R. 16/09/1996 n. 610;
- Piano Nazionale della Sicurezza Stradale;
- Piani della Sicurezza Stradale Urbana;
- Disciplinare Tecnico Schemi Segnalamento Temporaneo, Ministero delle II. e dei TT. D.M. 10/07/2002;
- Disciplinare Tecnico Requisiti delle Pellicole Rifrangenti, Ministero dei LL.PP. D.M. 31/03/1995 n. 1584;
- UNI EN 1463-1 - Materiali per segnaletica orizzontale - Inserti stradali catarifrangenti - Parte 1: Requisiti delle prestazioni iniziali;
- UNI EN 1463-2 - Materiali per segnaletica orizzontale - Inserti stradali catarifrangenti - Specifiche delle prestazioni delle prove su strada;
- Norma UNI EN 12899-1 - (Segnaletica verticale permanente);
- Norma UNI EN 12899-3 - (Delineatori di margine e dispositivi rifrangenti);
- Norma UNI 11122 – (Pellicole retroriflettenti microprismatiche);
- UNI EN 12899-4 – (Segnaletica verticale permanente per il traffico stradale - Parte 4:

Controllo di produzione in fabbrica);

- UNI EN 12899-5 – (Segnaletica verticale permanente per il traffico stradale - Parte 5: Prove iniziali di tipo);
- UNI EN ISO 9227 – (Prove di corrosione in atmosfere artificiali - Prove di nebbia salina);
- ISO CIE 10526 – CIE - (Illuminanti standard per la colorimetria);
- ISO CIE 10527 – CIE - (Osservatori standard per la colorimetria);
- Circolari ANAS nn. 13/84, 36/86 e 20/87;
- Direttiva sulla Corretta Applicazione Norme Segnaletica Stradale, Ministero dei LL.PP. 24/10/2000;
- Il Direttiva sulla Corretta Applicazione Norme Segnaletica Stradale, Ministero delle II. e dei TT. prot. n. 777 del 24/04/2006;
- Direttive per la redazione, adozione ed attuazione dei piani urbani del traffico Ministero dei LL.PP. 12/04/1995.

2.11.6 Normativa relativa ai cantieri di lavoro stradali

La realizzazione della segnaletica orizzontale sulla strada, intesa come attività articolata in varie fasi, dall'installazione alla disinstallazione del cantiere, dall'esecuzione alla manutenzione periodica dell'impianto, è considerata un'attività che può comportare un rischio d'incidenti per i lavoratori e gli utenti, per tale motivo è stata oggetto di particolare attenzione da parte del legislatore, degli enti preposti alla sicurezza del lavoro e degli enti proprietari delle strade (centrali e locali).

In merito alla sicurezza degli utenti della strada, automobilisti e pedoni, e degli operatori impegnati nei cantieri stradali, il legislatore ha approvato le regole generali e attuative, in particolare la normativa cogente di riferimento è il Nuovo Codice della Strada (NCS) e il relativo Regolamento di Attuazione e di Esecuzione (REA).

Il NCS, all'articolo 21, rimanda al Regolamento la definizione delle norme applicative in cui sono definiti i modi e i mezzi per delimitare e segnalare i cantieri e realizzare la visibilità diurna e notturna degli addetti ivi operanti, nonché le modalità di svolgimento dei lavori e gli accorgimenti necessari per la regolazione del traffico limitrofo.

La materia in sé complessa ha indotto il MIT, nel 2002, ad integrare i 14 articoli del RDA pertinenti la tematica dei cantieri stradali e ad emanare un apposito disciplinare concernente gli schemi segnaletici da adottare per il segnalamento temporaneo dei cantieri di lavoro stradali (**Decreto MIT del 10/07/2002**).

Il Disciplinare tecnico, riguardante gli schemi segnaletici da adottare per il segnalamento temporaneo, analizza in 12 paragrafi i contenuti degli artt. dal n. 30 al n. 43 del REA. In

particolare suggerisce un metodo di approccio per affrontare i problemi connessi al segnalamento temporaneo, sottolineando che gli schemi segnaletici proposti non sono esaustivi della casistica che usualmente incontrano i tecnici degli enti di gestione. Il disciplinare è un documento per acquisire le regole di base che poi saranno applicate in modo uniforme in tutto il territorio.

Riflessione e buon senso sono gli esercizi richiesti per attuare il segnalamento temporaneo. In modo analogo a quanto previsto dal citato Regolamento per le procedure di sicurezza finalizzate a garantire l'integrità fisica dei lavoratori nei cantieri stradali, il Disciplinare Tecnico non preclude l'utilizzo di altre metodologie di consolidata validità.

“Non c'è una sola maniera di affrontare una data situazione e il disciplinare spesso fornisce per la stessa soluzioni alternative”.

“Gli schemi predisposti sono relativi a condizioni della strada senza particolari vincoli sia dal punto di vista del tracciato che del segnalamento. **Pertanto nella scelta dello schema da impiegare nei casi reali occorrerà tener conto delle condizioni di avvistamento almeno del primo segnale e di eventuali prescrizioni già vigenti nel tratto di strada interessato**”.

A tale corpo normativo, si è recentemente affiancato il Decreto Interministeriale del 04/03/2013 - Regolamento per l'individuazione delle procedure di revisione, integrazione e apposizione della segnaletica stradale destinata alle attività lavorative che si svolgano in presenza di traffico veicolare, Regolamento espressamente previsto dal Testo Unico delle leggi di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro (D.lgs. n. 81/2008).

Nel seguente elenco sono riportate le norme e i riferimenti più importanti:

- Codice della Strada (C.d.S.), DLvo 30/04/1992 n. 285;
- Regolamento di Esecuzione (R.d.E.), D.P.R. 16/12/1992 n. 495;
- Regolamento Modifiche R.d.E, D.P.R. 16/09/1996 n. 610;
- Disciplinare Tecnico Schemi Segnalamento Temporaneo, Ministero delle II. e dei TT. D.M. 10/07/2002;
- D.lgs. n. 81/2008 e successive modifiche in attuazione dell'articolo 1 della Legge, n. 123/2007 in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro e s. m. e i..
- Decreto Interministeriale del 04/03/2013, in attuazione di quanto previsto dall'art. 161, comma 2-bis, del D.lgs. 81/08.

URL 1: [http://www.lavoro.gov.it/documenti-e-norme/normative/Documents/2013/Decreto Interministeriale 4 marzo 2013.pdf](http://www.lavoro.gov.it/documenti-e-norme/normative/Documents/2013/Decreto%20Interministeriale%204%20marzo%202013.pdf)

- Un utile contributo, in merito alle informazioni disponibili sulla sicurezza dei lavoratori e degli utenti nei cantieri di lavoro stradali, è rilevabile nei seguenti siti dell'INAIL

(ISPESL):

URL 2: <https://appsricercascientifica.inail.it/profili di rischio/Cantieri stradali/index.asp>

URL 3: <https://appsricercascientifica.inail.it/profili di rischio/Cantieri stradali/index.htm>

2.11.7 Parametri prestazionali della segnaletica orizzontale

La tabella seguente sintetizza le classi definite nella EN 1436 per ciascuno dei parametri prestazionali della segnaletica orizzontale:

Tabella 51: Parametri prestazionali della segnaletica stradale orizzontale

| Parametri prestazionali previsti | | | | Classi e valori corrispondenti | | | | | | | |
|----------------------------------|--|-----------------------------------|---------|--------------------------------|----------|------|----------|-------------------|------------|------------|-----|
| Descrizione requisiti | | Unità di misura | Simbolo | Classe | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Visibilità diurna | Colore/Mant o** | | | | T | GT | BA GT | BA BC GT | BA BC | BC | |
| | Coefficiente di luminanza in condizioni di illuminazione diffusa | $\text{mcd m}^{-2}\text{lx}^{-1}$ | Q_d | Q | NP D* | 80 | 100 | 130 | 160 | 200 | - |
| | Colore /Manto** | | | | T | GT | BA GT | BA BC GT | BA BC | BA BC | |
| | Fattore di luminanza | - | ? | ? | - | 0,20 | 0,30 | 0,40 | 0,50 | 0,60 | - |
| Visibilità notturna | Segnaletica /Colore*** | | | | T | PeG | PeB | PeBP eGPr T | PeBP eG | PeBP rT | |
| | Retroriflessione in condizioni asciutte | $\text{mcd m}^{-2}\text{lx}^{-1}$ | R_L | R | NP D* | 80 | 100 | 150 | 200 | 300 | - |
| | Retroriflessione in condizioni di bagnato | $\text{mcd m}^{-2}\text{lx}^{-1}$ | R_w | R_W | NP D* | 25 | 35 | 50 | 75 | 100 | 150 |

| | Retroriflessione in condizioni di pioggia | $\text{mcd m}^{-2} \text{lx}^{-1}$ | R _R | R _R | NP D* | 25 | 35 | 50 | 75 | 100 | 150 |
|---|---|------------------------------------|----------------|----------------|-------|----|----|----|----|-----|-----|
| Aderenza | | | | | | | | | | | |
| | Resistenza al derapaggio | - | S R T | S | NP D* | 45 | 50 | 55 | 60 | 65 | - |
| * NPD: Nessuna Prestazione Determinata | | | | | | | | | | | |
| ** Colore: B bianco – G giallo - T tutti. Manto stradale: A asfalto – C calcestruzzo – T tutti. | | | | | | | | | | | |
| *** Segnaletica: Pe permanente – Pr provvisoria. Colore: B bianco – G giallo – T tutti. | | | | | | | | | | | |

Soglie di accettabilità. - I requisiti che la segnaletica orizzontale deve possedere, definiti SOGLIE DI ACCETTABILITA', ai sensi della norma europea UNI EN 1436, riguardano le prestazioni attese durante la sua vita funzionale. Le prestazioni sono dichiarate attraverso parametri che rappresentano i diversi aspetti prestazionali della segnaletica orizzontale, usualmente identificati attraverso classi di prestazione. Tali valori minimi dovranno essere rispettati indipendentemente dall'eventuale usura causata dalle operazioni di manutenzione invernale del piano viabile e, se l'usura è eccessiva, dovranno essere comunque ripristinati, in modo da mantenere i livelli di visibilità richiesti.

Le misure potranno essere fatte per ogni requisito elencato, ad insindacabile giudizio della DL. Il mancato rispetto di un requisito è da considerarsi come un "mancato servizio" e quindi tale da giustificare le detrazioni e le penali di cui alle Norme Generali.

Per le verifiche dei parametri prestazionali previsti si individuano due metodi:

eseguibili con strumentazione puntuale;

eseguibili con strumentazione ad alto rendimento.

Le strumentazioni puntuali consentono il rilievo dei parametri Qd, RL, Coordinate cromatiche, Fattore di luminanza e SRT, mentre la strumentazione ad alto rendimento consente di misurare RL ed eventualmente CAT (Coefficiente di Aderenza Trasversale).

Retroriflessione alla luce del giorno o in presenza di illuminazione stradale. Il primo parametro che deve essere rispettato dall'appaltatore è la visibilità del segnale alla luce del giorno cioè in condizioni di illuminazione diurna, misurato mediante il coefficiente di luminanza in condizioni di illuminazione diffusa "Qd", espresso in $\text{mcd m}^{-2} \text{lx}^{-1}$. Il coefficiente di luminanza in condizioni di illuminazione diffusa rappresenta la luminosità di un segnale orizzontale come viene percepita dai conducenti degli autoveicoli alla luce del

giorno. La segnaletica orizzontale bianca che gialla, in condizioni di superficie stradale asciutta, deve rispettare, per tutta la durata dell'appalto, il seguente valore minimo di Qd:

$Qd \geq 130 \text{ mcd m}^{-2} \text{ lx}^{-1}$, corrispondente alla classe Q3 .

Fattore di luminanza del prodotto segnaletico asciutto in condizioni di illuminazione diurna. Il secondo parametro che deve essere rispettato dall'appaltatore è l'intensità luminosa apparente della superficie del segnale rispetto alla luminanza di riferimento (superficie bianca perfettamente diffondente) misurata mediante il Fattore di luminanza β . Il Fattore di luminanza rappresenta la luminosità (chiarezza) di un segnale orizzontale come viene percepita dai conducenti degli autoveicoli in condizioni di illuminazione diurna.

In condizioni di superficie stradale asciutta, la segnaletica orizzontale bianca realizzata con pitture a solvente deve rispettare il seguente valore minimo di β : $\beta \geq 0,60$, corrispondente alla classe B5.

In condizioni di superficie stradale asciutta, la segnaletica orizzontale gialla realizzata con pitture a solvente deve rispettare il seguente valore minimo di β : $\beta \geq 0,40$, corrispondente alla classe B3.

Retroriflessione del prodotto segnaletico in condizioni di illuminazione notturna con i proiettori dei veicoli. Il terzo parametro che deve essere rispettato dall'appaltatore è la retroriflessione in condizioni di illuminazione con i proiettori dei veicoli, misurata mediante il coefficiente di luminanza retroriflessa RL, espressa in $\text{mcd m}^{-2} \text{ lx}^{-1}$. Il coefficiente di luminanza retroriflessa rappresenta la luminosità di un segnale orizzontale come viene percepita dai conducenti degli autoveicoli in condizioni di illuminazione con i proiettori dei propri autoveicoli.

La misura del parametro RL, sull'asciutto, effettuata con le modalità specificate nel seguito, è alla base della valutazione ed accettazione o meno del lavoro (parametro prestazionale).

In condizioni di superficie stradale asciutta, la *segnaletica orizzontale a solvente* deve rispettare il seguente valore minimo di RL: $RL \geq 150 \text{ mcd m}^{-2} \text{ lx}^{-1}$, corrispondente alla classe prestazionale R3;

la *segnaletica termoplastica, plastica a freddo e preformata* deve rispettare il seguente valore minimo di RL: $RL \geq 200 \text{ mcd m}^{-2} \text{ lx}^{-1}$, corrispondente alla classe prestazionale R4;

in condizioni di bagnato la *segnaletica orizzontale a solvente* deve rispettare il seguente valore minimo di RL : $RL \geq 35 \text{ mcd m}^{-2} \text{ lx}^{-1}$, corrispondente alla classe prestazionale RW2, salvo che si usino i sistemi di emersione delle parti retroriflettenti.

In condizioni di pioggia la *segnaletica orizzontale a solvente* deve rispettare il seguente valore minimo di RL : $RL \geq 25 \text{ mcd m}^{-2} \text{ lx}^{-1}$, corrispondente alla classe prestazionale RW1.

In condizioni di bagnato la *segnaletica termoplastica, plastica a freddo e preformata* deve rispettare il seguente valore minimo di RL : $RL \geq 50 \text{ mcd m}^{-2} \text{ lx}^{-1}$, corrispondente alla classe prestazionale RW3, salvo che si usino i sistemi di emersione delle parti retroriflettenti.

In condizioni di pioggia la *segnaletica termoplastica, plastica a freddo e preformata* deve rispettare il seguente valore minimo di RL : $RL \geq 35 \text{ mcd m}^{-2} \text{ lx}^{-1}$, corrispondente alla classe prestazionale RW2.

Colore. La segnaletica orizzontale da realizzarsi e/o mantenersi con il presente CSA deve essere di colore bianco o giallo. Pertanto, le coordinate cromatiche x , y (*il quarto parametro di riferimento*), per la segnaletica orizzontale asciutta devono trovarsi all'interno delle regioni definite dai vertici indicati nel prospetto Tabella 52 relativa ai vertici delle regioni cromatiche per segnaletica orizzontale bianca e gialla. Le regioni o box cromatici sono rappresentati nel Grafico n. 3. Le prestazioni richieste, relative alle coordinate cromatiche x e y , per la segnaletica orizzontale asciutta e in condizioni di visibilità diurna, sono riportate nel seguente prospetto:

Tabella 52: Vertici dei box cromatici, bianco e giallo, relativi alla segnaletica orizzontale

| Vertici | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|-----|-------|-------|-------|-------|
| Segnaletica orizzontale bianca | x | 0.355 | 0.305 | 0.285 | 0.335 |
| | y | 0.355 | 0.305 | 0.325 | 0.375 |
| Segnaletica orizzontale gialla classe Y1 | x | 0.443 | 0.545 | 0.465 | 0.389 |
| | y | 0.399 | 0.455 | 0.535 | 0.431 |
| Segnaletica orizzontale gialla classe Y2 | x | 0.494 | 0.545 | 0.465 | 0.427 |
| | y | 0.427 | 0.455 | 0.535 | 0.483 |

Nota – Le classi Y1 e Y2 di segnaletica orizzontale gialla si riferiscono rispettivamente alla segnaletica orizzontale permanente e a quella provvisoria.

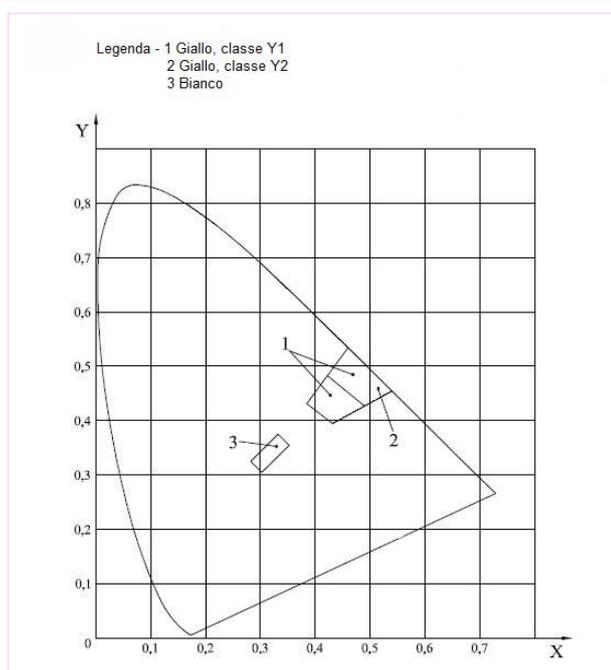


Grafico 3 – Box cromatici del bianco e del giallo per segnaletica stradale orizzontale

Resistenza al derapaggio. Il *quinto parametro* che l'appaltatore deve rispettare nell'esecuzione dei lavori è il valore della resistenza al derapaggio, espresso in unità SRT misurata in condizioni di superficie stradale bagnata. Per la *segnaletica orizzontale a solvente* il valore minimo da mantenere per tutta la durata dell'appalto, indipendentemente dalle eventuali condizioni di piano viabile, corrisponde al seguente valore minimo:

SRT \geq 50, corrispondente alla classe S2.

La segnaletica termoplastica, plastica a freddo e preformata deve rispettare il seguente valore minimo di SRT:

SRT \geq 55, corrispondente alla classe S3.

La resistenza al derapaggio deve essere misurata seguendo le indicazioni contenute nell'appendice D della norma europea UNI EN 1436.

2.11.8 Verifica dei requisiti prestazionali della segnaletica orizzontale con sistemi puntuali

Metodo di misurazione del coefficiente di luminanza in condizioni di illuminazione diffusa (Qd). Per la misurazione del coefficiente di luminanza Qd, si rimanda alla norma europea UNI EN 1436. Si riportano di seguito le indicazioni principali.

Condizioni di misurazione normalizzata.

Il coefficiente di luminanza in condizioni di illuminazione diffusa Qd dell'area di misurazione di un segnale orizzontale deve essere determinato nel modo seguente:

$$Qd = L/E \quad \text{unità: mcd m}^{-2} \text{ lx}^{-1}$$

dove:

L è la luminanza dell'area di misurazione in condizioni di illuminazione diffusa, unità di misura mcd m⁻²;

E è l'illuminazione sul piano dell'area di misurazione, unità: lx.

La luminanza L deve essere determinata con un angolo di osservazione di $2,29^\circ$ (l'angolo compreso fra la direzione centrale di misurazione e il piano dell'area di misurazione) con l'area di misurazione illuminata mediante una sorgente luminosa normalizzata **D65** analoga a quella definita dalla ISO/CIE 10526. L'apertura angolare totale delle direzioni di misurazione non deve essere maggiore di $0,33^\circ$. La superficie di misurazione della segnaletica orizzontale deve avere un'area di minimo 50 cm^2 . Nel caso di alcuni tipi di segnali orizzontali profilati i cui profili siano separati da uno spazio considerevole, l'area di misurazione totale deve essere sufficientemente lunga da comprendere almeno uno di tali spazi. Il risultato più affidabile si ottiene quando la lunghezza totale comprende un multiplo esatto di tali spazi. L'intera area di misurazione deve essere illuminata in modo uniforme.

Misurazioni di laboratorio. Campioni per misurazioni di laboratorio. I campioni per misurazioni di laboratorio dovrebbero avere una lunghezza compresa fra 20 cm e 40 cm a seconda dell'apparecchiatura di misurazione utilizzata. Per alcuni segnali orizzontali profilati sono necessari campioni più lunghi. Le dimensioni pratiche sono una lunghezza di 40 cm e una larghezza di 20 cm.

- Metodo: Il campione dovrebbe poggiare su una piastra per facilitarne la movimentazione e rappresentare una superficie di segnaletica orizzontale non deformata. Il campione può essere steso direttamente sulla piastra oppure può essere prelevato dalla superficie stradale e fatto aderire alla piastra. L'illuminazione diffusa può essere fornita da una sfera fotometrica al centro della quale sia fissato il campione di segnaletica in posizione orizzontale. Nella sfera deve essere installata una sorgente luminosa in modo tale che l'illuminazione diretta cada esclusivamente sulla metà inferiore della sfera. La metà superiore della sfera avrà dunque una luminanza pressoché uniforme per effetto dei fenomeni di riflessione e inter-riflessione

Apparecchiatura per misurazione in situ

In caso di misurazioni in situ, l'illuminazione indiretta può essere fornita da un'apertura in una sfera illuminata. È ammesso l'uso di altri tipi di illuminazione a condizione che la luminanza si mantenga costante o che produca il medesimo effetto e possa essere tarata sulle condizioni normalizzate.

Misurazioni alla luce del giorno

La luce del giorno in condizioni di cielo molto coperto con visibilità ragionevole dell'orizzonte si avvicina all'illuminazione diffusa in modo sufficiente da consentire di misurare il coefficiente di luminanza in condizioni di illuminazione diffusa.

Queste misurazioni possono essere effettuate con un misuratore di luminanza collocato, per esempio, su un veicolo, puntato in avanti con il corretto angolo di osservazione. La luminanza e l'illuminazione della segnaletica orizzontale davanti al veicolo dovrebbero essere controllate contemporaneamente.

Metodo di misurazione del Fattore di luminanza β . Per la misurazione del Fattore di luminanza si rimanda alla norma europea UNI EN 1436. Si riportano di seguito le indicazioni principali.

Condizioni di misurazione normalizzata. Il Fattore di luminanza b deve essere misurato utilizzando una sorgente luminosa normalizzata D65 analoga a quella definita dalla ISO/CIE 10526. La geometria è definita alla situazione $45^\circ/0^\circ$, ossia con illuminazione a $45^\circ \pm 5^\circ$ e misurazione a $0^\circ \pm 10^\circ$. Gli angoli sono misurati rispetto alla perpendicolare della superficie della segnaletica orizzontale. L'area minima misurata della superficie della segnaletica orizzontale deve essere di 5 cm². Per superfici molto ruvide, l'area misurata mediante l'apparecchiatura dovrebbe essere maggiore di 5 cm².

Apparecchiatura di misurazione.

La misurazione può essere effettuata per mezzo di apparecchiature di laboratorio su campioni di segnaletica orizzontale o per mezzo di apparecchiature portatili su segnaletica orizzontale applicata alla superficie stradale. Tali apparecchiature possono basarsi su misurazioni spettrali seguite dal calcolo del fattore di luminanza β

Il valore di β deve essere determinato in funzione della tipologia della segnaletica e più precisamente:

Strisce longitudinali. Ogni singola verifica deve risultare dalla media di cinque sondaggi eseguiti nel tratto stradale scelto per il controllo, in punti diversi. In ogni sondaggio devono essere effettuate minimo tre letture dei valori del fattore di luminanza β .

Simboli, lettere e strisce trasversali. Per ogni simbolo, il valore del fattore di luminanza β sarà dato dalla media di minimo cinque letture. Per ogni lettera, il valore del fattore di

luminanza β sarà dato dalla media di minimo tre letture. Per ogni striscia trasversale, il valore del fattore di luminanza β sarà dato dalla media di minimo cinque letture.

Metodo di misurazione del coefficiente di luminanza retroriflessa (RL). Per la misurazione del coefficiente di luminanza retroriflessa RL, si rimanda alla norma europea UNI EN 1436). Si riportano di seguito le indicazioni principali.

Condizioni di misurazione normalizzata. Il coefficiente di luminanza retroriflessa RL dell'area di misurazione scelta sulla segnaletica orizzontale deve essere determinato nel modo seguente:

$$RL = L/E^\perp \quad \text{unità: mcd m}^{-2} \text{ lx}^{-1}$$

dove:

L è la luminanza dell'area di misurazione illuminata da un'unica sorgente luminosa che abbia una piccola separazione angolare rispetto alla posizione dalla quale viene misurata la luminanza, unità di misura mcd m⁻²;

E[⊥] è l'illuminazione creata da una sorgente luminosa sull'area di misurazione su un piano perpendicolare alla direzione di illuminazione, unità: lx.

In condizioni di misurazione normalizzata, le direzioni di misurazione e illuminazione definiscono un piano perpendicolare al piano dell'area di misurazione; l'angolo di osservazione α (l'angolo compreso fra la direzione centrale di misurazione e il piano dell'area di misurazione) è di 2,29°, mentre l'angolo di illuminazione ϵ (l'angolo compreso fra la direzione centrale di illuminazione e il piano dell'area di misurazione) è di 1,24°. L'area di misurazione deve essere illuminata da una sorgente luminosa normalizzata **A** analoga a quella definita dalla ISO/CIE 10526.

L'apertura angolare totale delle direzioni di misurazione non deve essere maggiore di 0,33°. L'apertura angolare totale delle direzioni di illuminazione non deve essere maggiore di 0,33° sul piano parallelo al piano dell'area di misurazione del segnale orizzontale e di 0,17° sul piano contenente le direzioni di misurazione e di illuminazione.

L'area di misurazione sulla segnaletica orizzontale deve avere una superficie minima di 50 cm². Nel caso di alcuni tipi di segnali orizzontali profilati i cui profili siano separati da uno spazio considerevole, l'area di misurazione totale deve essere sufficientemente lunga da comprendere almeno uno di tali spazi. Il risultato più affidabile si ottiene quando la

lunghezza totale comprende un multiplo esatto di tali spazi. L'intera area di misurazione deve essere illuminata in modo uniforme.

Queste misure trasformate in valori di tratta omogenea dei rilievi ad alto rendimento, sono il parametro prestazionale su cui si valuterà l'efficacia della segnaletica e che sarà usato per la definizione di eventuali penali.

Misurazione in condizioni di illuminazione con proiettori di veicoli. È possibile effettuare di notte misurazioni del coefficiente di luminanza retroriflessa RL della segnaletica orizzontale utilizzando un misuratore di luminanza avente caratteristiche idonee e uno dei proiettori di un veicolo adibito al trasporto passeggeri alimentato alla massima potenza o una lampada analoga.

La geometria di misurazione definita nel paragrafo ove si descrivono le condizioni di misurazione normalizzata, è rispettata se la lampada è montata ad un'altezza di 0,65 m dalla superficie stradale, il misuratore di luminanza è montato direttamente sopra la lampada ad un'altezza di 1,2 m dalla superficie stradale e le misurazioni sono effettuate da una distanza di 30 m. Il proiettore deve avere un'intensità luminosa di almeno 100 000 cd in modo tale da fornire un'illuminazione E_{\perp} maggiore di 100 lx. Il raggio del proiettore dovrebbe essere sufficientemente ampio da consentire un'illuminazione uniforme dell'area di misurazione. Un angolo di misurazione idoneo del misuratore di luminanza è un angolo di 6', che dà un'area di misurazione ellittica di 5 cm per 130 cm. Per questo angolo di misurazione, la risoluzione del misuratore di luminanza dovrebbe essere di $0,1 \text{ cd}\cdot\text{m}^{-2}$ o maggiore.

È opportuno evitare che luce riflessa colpisca l'apparecchiatura di taratura, che si tratti di un misuratore di illuminazione o di riflessione, frapponendo schermi o superfici scure opache fra la luce e l'apparecchiatura di taratura durante la taratura. È inoltre opportuno evitare che la segnaletica orizzontale sia colpita da riflessi generati da oggetti luminosi dietro ad essa, quali proiettori di veicoli che sorraggiungono, cartelli stradali o superfici riflettenti. Quando si misurano segnali orizzontali bagnati, è di particolare importanza eliminare i riflessi.

Condizioni di bagnato

Tale condizione di prova deve essere creata versando acqua chiara da un secchio di capacità pari a circa 10 l e da un'altezza di circa 0,5 m dalla superficie. L'acqua deve essere

versata in modo uniforme lungo la superficie di prova in modo tale che l'area di misurazione e l'area circostante siano temporaneamente sommerse da un'ondata d'acqua. Il coefficiente di luminanza retroriflessa RL in condizioni di bagnato deve essere misurato alle condizioni di prova 1 min dopo aver versato l'acqua.

Il valore di retroriflessione deve essere determinato in funzione della tipologia della segnaletica e delle condizioni della superficie stradale come previsto dalla UNI EN 1436 allegato B.

Strisce longitudinali, simboli, lettere, strisce trasversali e frecce direzionali. Ogni singola verifica deve risultare dalla media di cinque sondaggi eseguiti nel tratto stradale scelto per il controllo, in punti diversi. In ogni sondaggio devono essere effettuate minimo quindici letture dei valori di retroriflessione. Per ogni simbolo, il valore di retroriflessione sarà dato dalla media di minimo tre letture. Per ogni lettera, il valore di retroriflessione sarà dato dalla media di minimo tre letture. Per ogni striscia trasversale, il valore di retroriflessione sarà dato dalla media di minimo quindici letture. Per ogni freccia direzionale sulla piattaforma, il valore di retroriflessione sarà dato dalla media di minimo cinque letture.

Verifica della resistenza al derapaggio. Per la misurazione della resistenza al derapaggio SRT, si rimanda alla norma europea UNI EN 1436.

Principio della prova

L'apparecchiatura di prova è costituita da un pendolo oscillante provvisto di un cursore di gomma all'estremità libera. Viene misurata la perdita di energia causata dall'attrito del cursore su una lunghezza specificata della superficie stradale. Il risultato è espresso in unità SRT.

2.11.9 Verifica dei requisiti prestazionali della segnaletica orizzontale con sistemi ad alto rendimento

Metodo di misurazione del Coefficiente di luminanza retroriflessa (RL). I controlli verranno eseguiti dal CSS di Cesano, o con l'ausilio di Imprese specializzate ritenute idonee dal Committente, in accordo e con l'assistenza della DL impiegando un automezzo ad alto rendimento che misura automaticamente e ad una velocità sostenuta, **almeno dopo 30 giorni dall'applicazione dei prodotti segnaletici**, il coefficiente di luminanza retroriflessa dei materiali per la segnaletica orizzontale presenti sulla carreggiata stradale.

Tale mezzo deve impiegare un'apparecchiatura di lettura con geometria stabilita dalla UNI EN 1436 allegato B. I valori della visibilità notturna devono essere rilevati in continuo con un intervallo non minore di 40 cm, e devono essere restituiti con un valore medio ogni 50 o 100 metri, al fine di determinare i tronchi omogenei specificati nel successivo paragrafo.

Tali rilievi devono essere effettuati sulle strisce longitudinali continue e discontinue.

Tronchi omogenei. La serie di dati puntuali (valori di luminanza retroriflessa campionati con il passo di misura scelto così come indicato al paragrafo precedente) vengono elaborati in "TRONCHI OMOGENEI" allo scopo di ridurre la dispersione di tali dati che possono essere imputati ad errori casuali o a piccole disomogeneità dei materiali.

Il tronco omogeneo si può anche calcolare con misure di tipo puntuale, purché sufficientemente numerose. Per tronco di misura omogenea (tratto in condizioni simili) si intende un tratto di segnaletica per il quale ha senso definire un valore medio ed una varianza della misura considerata (valori dell'indicatore ripartiti secondo una distribuzione "normale") e per il quale la differenza con le medie del tronco precedente e successivo risulta significativa. I tronchi omogenei saranno individuati da un programma di calcolo collegato al programma di restituzione dei dati di retroriflessione. Tale valore medio sarà utilizzato per verificare i requisiti prestazionali del fattore di luminanza retroriflessa RL e per l'accettazione o meno dei lavori.

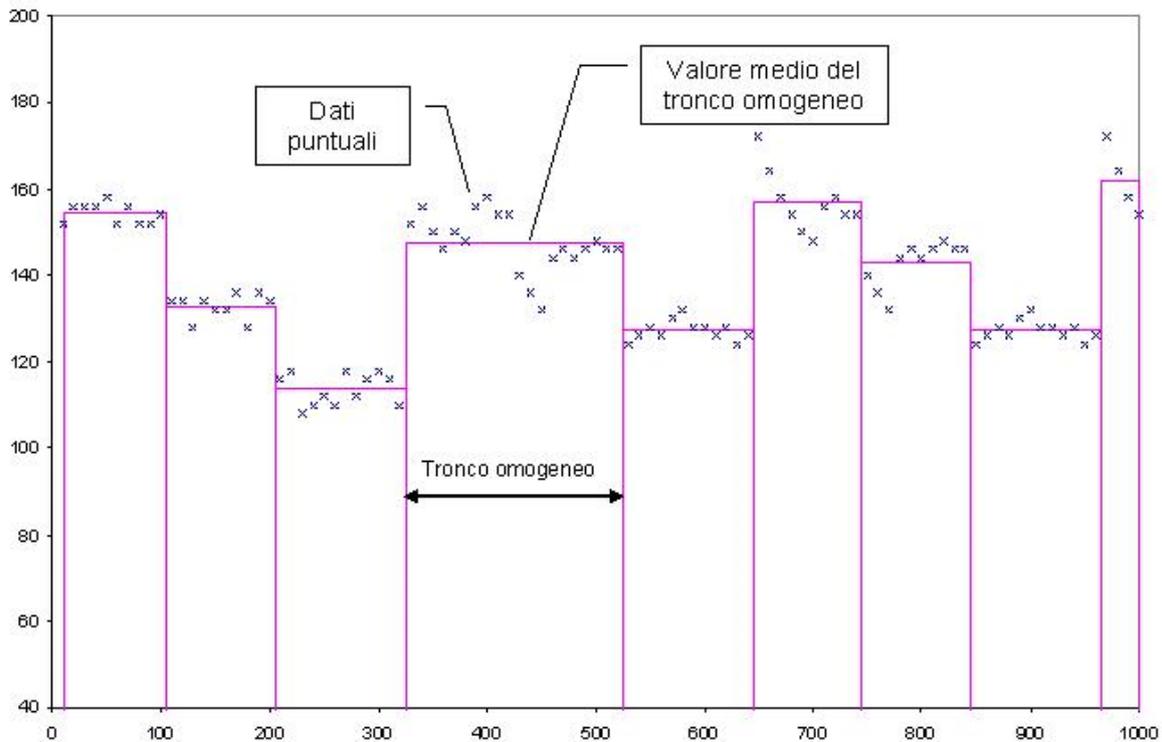


Figura 2 – Diagramma individuazione “tronchi omogenei”

Con i valori rilevati per i tronchi omogenei o a partire dai dati puntuali, si calcolerà l'Indicatore di Qualità della Segnaletica I_{SEGN} secondo la formula riportata nella Tabella 53 dell'indicatore I_{SEGN} : il valore di I_{SEGN} varia tra 100 e 0, sulla base della presenza più o meno elevata di tratti con valori di retroriflessione anch'essa più o meno elevata, ma mai inferiore al limite richiesto; il valore di I_{SEGN} da ritrovare sulla tratta in esame è quello del livello richiesto in contratto (rilevamenti una tantum o contratto a forfait).

Tabella 53: Indicatore di qualità della segnaletica ISEGN

| | |
|---|---|
| 1. INDICATORE | I_{SEGN} |
| 1.1 Nome dell'indicatore | Indicatore di Qualità per la visibilità della Segnaletica orizzontale |
| 1.2 Criterio di valutazione | $I_{SEGN} = (A\% + 3/4B\% + 1/2C\%)$ In cui A,B,C, sono la lunghezza % dei tratti con i valori di R_L di quei livelli valore da 0 a 100 |
| 1.3 Unità dell'indicatore | |
| 1.4 Rete considerata | |
| 1.5 Livelli di qualità dei tratti sotto contratto | : I : $80 \leq I_{SEGN} \leq 100$ MOLTO BUONO : II : $60 \leq I_{SEGN} < 80$ BUONO |

| | |
|--|---|
| <p>1.6 Utilizzazione 1.7 Categoria dell'indicatore 2. PARAMETRO DI RIFERIMENTO 2.1 Apparecchio o sistema di misura</p> | <p>: III : $40 \leq I_{SEGN} < 60$ SUFFICIENTE : IV V : $0 \leq I_{SEGN} < 40$ INSUFFICIENTE Manutenzione Ordinaria SICUREZZA - COMFORT Luminanza retroriflessa R_L Apparecchiatura per la misura di R_L ad alto rendimento: (angolo illuminazione $1,24^\circ$; angolo di osservazione $2,29^\circ$, simulante visione a 30 m) :ALTO RENDIMENTO : $\text{mcd} \cdot \text{lx}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$</p> |
| <p>2.2 Tipo di misura 2.3 Unità di misura 2.4 Frequenza di campionamento</p> | <p>: 50 m (con una frequenza di 50 m e con misure puntuali si possono ottenere tratte omogenee anche con l'apparecchio manuale : Tratti omogenei, tratti da misure continue</p> |
| <p>2.5 Opera, sezione o tratto a cui si riferisce 2.6. Classifica delle misure</p> | <p>: A : $160 \leq R_L$ MOLTO BUONO : B : $140 \leq R_L < 160$ BUONO : C : $100 \leq R_L < 140$ SUFFICIENTE : D : $0 \leq R_L < 100$ INSUFFICIENTE</p> |
| <p>2.7 Periodicità di misura</p> | <p>CASUALE almeno 1 volta nel primo anno e 1 volta negli anni successivi o dopo la stesa ed entro 3 mesi dalla stesa</p> |
| <p>3. NOTE E COMMENTI</p> | <p>Collegare alle misure di SCRIM o ERMES aderenza superficiale</p> |

Aderenza. Coefficiente di aderenza trasversale (CAT). Il valore di aderenza potrà essere misurato con l'Apparecchiatura SCRIM o ERMES e il valore di CAT misurato sulla segnaletica dovrà essere analogo a quello misurato sulla pavimentazione adiacente.

Criteri di accettazione della segnaletica orizzontale nuova. Le verifiche, nel caso si debba garantire una precisa fascia di valori di I_{SEGN} (Indicatore di qualità per la visibilità della segnaletica orizzontale), saranno eseguite durante l'intero periodo contrattuale e costituiranno elemento di valutazione circa la corretta gestione ed esecuzione dell'attività da parte dell'Appaltatore.

La fascia di I_{SEGN} da rispettare sarà:

- Tra 80 e 100 nel caso di autostrade e strade di tipo A
- Tra 60 e 80 nel caso strade di tipo B
- Maggiore di 50 nel caso di altre strade.

All'atto della verifica, i valori riscontrati devono in ogni caso risultare superiori alle SOGLIE DI ACCETTABILITA' anche in condizioni di piano viabile liscio e indipendentemente dall'eventuale usura causata dalle operazioni di manutenzione invernali del piano viabile. La Direzione Lavori effettuerà, in contraddittorio con l'Impresa, un numero minimo di controlli ad alto rendimento o puntuali, per ogni anno, per la verifica di ognuno dei requisiti previsti dal presente Capitolato. I controlli e le misurazioni degli standard qualitativi previsti, **da eseguirsi in contraddittorio tra la Direzione Lavori e l'Appaltatore** e comunque in conformità a quanto stabilito dalla Norma Tecnica UNI EN 1436, saranno eseguiti direttamente di Laboratorio ufficiale autorizzato. In caso di mancato rispetto dei valori richiesti, l'Appaltatore è tenuto, a sua cura e spesa, al rifacimento della segnaletica orizzontale nei tratti interessati al seguito di comunicazione da parte della DL

Criteri di accettazione della segnaletica orizzontale esistente. Per i lavori di manutenzione della segnaletica orizzontale, per tutto il periodo contrattuale, la segnaletica dovrà mantenere livelli prestabiliti in termini di retro riflessione, visibilità diurna, fattore di luminanza, colore e scivolosità (SRT) da ottenere con il primo ripasso e da mantenere con ripassi successivi; il tutto verificato con misure puntuali e/o ad alto rendimento, descritte negli articoli che seguono. I lavori potranno anche essere richiesti per periodi minori o una tantum, ma le verifiche saranno comunque prestazionali con gli stessi strumenti e parametri dell'affidamento. Le verifiche, nel caso si debba garantire una precisa fascia di valori di I_{SEGN} (*Indicatore di qualità per la visibilità della segnaletica orizzontale*), saranno eseguite durante l'intero periodo contrattuale e costituiranno elemento di valutazione circa la corretta gestione ed esecuzione dell'attività da parte dell'Appaltatore.

La fascia di I_{SEGN} da rispettare sarà:

- Tra 80 e 100 nel caso di autostrade e strade di tipo A
- Tra 60 e 80 nel caso strade di tipo B
- Maggiore di 50 nel caso di altre strade.

All'atto della verifica, i valori riscontrati devono in ogni caso risultare superiori alle SOGLIE DI ACCETTABILITA' anche in condizioni di piano viabile liscio e indipendentemente dall'eventuale usura causata dalle operazioni di manutenzione invernali del piano viabile.

La Direzione Lavori effettuerà, in contraddittorio con l'Impresa, un numero minimo di controlli ad alto rendimento o puntuali, per ogni anno, per la verifica di ognuno dei requisiti previsti dal presente Capitolato. I controlli e le misurazioni degli standard qualitativi previsti, da eseguirsi in contraddittorio tra la Direzione Lavori e l'Appaltatore, e comunque in conformità a quanto stabilito dalla Norma Tecnica UNI EN 1436, saranno eseguiti direttamente dalla DL che potrà avvalersi di Laboratorio ufficiale autorizzato. I controlli con metodologia ad alto rendimento saranno eseguiti con frequenza minima di almeno una volta l'anno distribuiti nell'arco di tempo corrispondente alla vita utile del prodotto applicato e riferiti ai gruppi omogenei individuati. In caso di mancato rispetto dei valori richiesti, l'Appaltatore è tenuto, a sua cura e spesa, al rifacimento della segnaletica orizzontale nei tratti interessati al seguito di comunicazione da parte della DL

2.11.10 Verifica delle caratteristiche prescritzionali della segnaletica orizzontale

Le prove successivamente elencate e sommariamente descritte (non esaustive), sono le analisi normalmente eseguite in laboratorio per la caratterizzazione fisica, chimica e tecnologica, dei prodotti più utilizzati nell'ambito della segnaletica stradale orizzontale: le pitture spartitraffico a solvente e le pitture realizzate con i prodotti plastici, termoplastici e plastici a freddo. La quantità di materiale necessario per eseguire la maggior parte delle prove richieste, in funzione della tipologia di prodotto segnaletico, è elencato nella seguente tabella:

Tabella 54 : S.O. -Quantità minime di campioni* richieste per lo svolgimento delle prove

| PRODOTTO | QUANTITA' CAMPIONI | UNITA' DI MISURA |
|---|--|------------------|
| Pittura (per ogni colore) | 5 | Litri |
| Materiali termoplastici (per ogni colore) | 8 | Chilogrammi |
| Materiali plastici a freddo (totale di tutti i componenti nelle corrette proporzioni) | 5 | Chilogrammi |
| Inseri stradali catarifrangenti (per ogni colore) (Vedi nota 2) | 3 | Unità |
| Materiale preformato per segnaletica orizzontale (per ogni colore) - (Vedi nota 2) | 0,75 | Metri quadrati |
| Microsfere di vetro da premiscelare e da postspruzzare | 1,5 | Chilogrammi |
| Nota 1 | In caso di programma di prove ridotti o qualora la presente norma sia utilizzata per altre prove non definite al suo interno, è possibile utilizzare quantità di campione diverse. | |
| Nota 2 | Qualora risulti necessario prelevare un campione di adesivo per effettuare le | |

| |
|--|
| prove sugli inserti stradali catarifrangenti e materiale preformato per segnaletica orizzontale, si raccomanda di utilizzare la quantità minima di 1 kg di campione. |
|--|

* Prospetto 2 della norma UNI EN13549 “Materiali per segnaletica orizzontale – Campionamento da prodotti immagazzinati e prove”. Le modalità di campionamento sono indicate dalla norma.

2.11.11 Prove sulle pitture a solvente

Massa volumica (densità) - ASTM D 1475 - Massa per unità di volume della pittura determinata ad una specifica temperatura T. Viene designata in grammi per millilitro (*g/ml*) e rappresenta il rapporto tra la massa della sostanza fluida, alla temperatura T, e la massa di un eguale volume d’acqua a 4° C. Il metodo utilizzato consente di determinare con notevole accuratezza la densità di un fluido viscoso, con presenza o meno di sfere di vetro premiscelate, e con componenti altamente volatili. La temperatura di prova suggerita dal metodo è di 25 ° ± 0.1° C.

Residuo non volatile (materie non volatili) - ASTM D 1644 - Metodo A - Massa residua, definita anche residuo secco, ottenuta dopo che la pittura è stata riscaldata ad una temperatura e ad un tempo determinato. La prova consente di individuare la frazione di una pittura che è stabile all’azione della temperatura indicata dal metodo, 105 ° C per 3 ore, mentre i solventi volatili sono allontanati dalla massa. I componenti volatili non restano nella pellicola della pittura durante la formazione del film nella fase d’essiccamento, poiché la loro funzione è di mantenere separati, in condizioni di stabilità prima dell’applicazione, i leganti, i pigmenti, i riempitivi e le microsfere di vetro (residuo non volatile).

Contenuto di pigmento e riempitivi (Contenuto di pigmento nella pittura) - Federal Test Method Std. No. 141a - Method 4021.1 - La prova consiste nell’estrarre dalla pittura il pigmento e i riempitivi con l’ausilio di una miscela di solventi, composta da etere etilico, benzene, alcool metilico e acetone, che solubilizzano la fase legante della stessa.

La separazione della parte organica (veicolo e solventi) della pittura consente di avere un precipitato di pigmento, riempitivi (cariche) e microsfere di vetro. Una volta determinato il contenuto delle sole microsfere di vetro per differenza si ricava il contenuto di pigmento e di riempitivi.

Potere coprente – Metodo di riferimento UNI ISO 3905 – Il metodo è definito per pitture chiare a resa stabilita. Nel caso delle pitture spartitraffico utilizzate dal committente, la resa media è di $1.35 \text{ m}^2/\text{kg}$ (la resa deve essere compresa tra 1.2 e $1.5 \text{ m}^2/\text{kg}$). Su dei supporti cartacei con superficie liscia e impermeabile, con la metà dell'area colorata bianca e l'altra metà nera, facilmente bagnabile dalle pitture a solvente, si stende un film di pittura aumentando progressivamente lo spessore in ogni cartoncino fino ad avere l'apparente copertura delle sottostanti aree colorate. Il principio del metodo è basato sul presupposto che per pitture pigmentate bianche, il rapporto di contrasto (opacità) sia una funzione lineare della resa superficiale. Di conseguenza, se si rappresentano in un grafico i rapporti di contrasto e le rese superficiali determinate sperimentalmente, si può determinare per interpolazione lineare la resa superficiale ricercata. Il potere coprente di una pittura è definito come la resa superficiale in corrispondenza di un rapporto di contrasto del 98%. Il rapporto di contrasto è determinato con l'ausilio di uno spettrofotometro, in condizioni d'illuminazione normalizzata (illuminante D65 corrispondente ad una temperatura di 6504 K). Con tale strumento si rileva la funzione colorimetrica Y che, com'è noto, è direttamente proporzionale al fattore di luminanza e pertanto misura la chiarezza di una superficie. Il rilievo della funzione colorimetrica è eseguito più volte sia sulla parte della pittura coprente l'area nera del cartoncino, sia sulla parte bianca. Per ogni provino si calcola il rapporto di contrasto, espresso in percentuale, tra il valore medio di Y_n rilevato sul film che copre l'area nera del supporto e il valore di Y_b rilevato sulla parte bianca. Il potere coprente di una pittura corrispondente al rapporto di contrasto del 98%, non rappresenta visivamente una completa copertura del supporto. Un film è definito opaco quando il valore di Y è lo stesso sia sulla parte nera, sia sulla parte bianca, e non aumenta se si aumenta lo spessore della pittura. Per ogni provino predisposto per valutare il potere coprente si calcola la massa della pellicola per unità di superficie, lo spessore umido e la resa superficiale: per l'elaborazione di questi dati è necessario conoscere la densità e il residuo non volatile della pittura.

Contenuto di biossido di titanio (TiO_2) - *Metodo dell'acqua ossigenata (determinazione colorimetrica)* - Dal precipitato di pigmento, riempitivi e microsferi di vetro, si preleva una determinata quantità e si macina finemente; successivamente si sottopone ad un processo di solubilizzazione con l'ausilio di una soluzione di solfato d'ammonio e acido solforico. La soluzione ottenuta (di colore giallo pallido), una volta filtrata e ossidata con l'aggiunta d'acqua ossigenata, è analizzata con uno spettrocolorimetro ($\lambda = 410 \text{ nm}$). Con l'ausilio di un diagramma, si risale alla concentrazione del biossido di titanio presente nella soluzione

e, successivamente, alla percentuale in peso sull'insieme del precipitato. Il diagramma di confronto rappresenta la curva di taratura costruita utilizzando delle soluzioni in cui la concentrazione di biossido di titanio è nota.

Consistenza - *Metodo ASTM D 562 (Procedura A)* - La prova consente di determinare in unità convenzionali la consistenza di una pittura. Il metodo definisce il termine consistenza come il peso in grammi necessario a produrre in un determinato tempo (30'') una specifica velocità di taglio (misura della coppia torcente), ad una data temperatura (25 °C) con l'apparecchiatura Krebs-Stormer (tale apparecchiatura viene pretarata con un olio a viscosità nota, tra i 10 e i 15 poise). Il risultato della prova è espresso in unità Krebs (UK). La prova consiste, attraverso ripetuti tentativi, nell'individuare il peso in grammi che, nel tempo prescritto, riesce a fare compiere al rotore immerso nel prodotto verniciante 100 giri. Il valore può essere ricavato interpolando la curva ottenuta dai risultati di prova. Il valore individuato è associato alle unità Krebs rilevate in un'apposita tabella.

(Nota tecnica. Il metodo è stato ideato negli USA in occasione di uno studio relativo alla consistenza delle pitture utilizzate per le pareti interne degli edifici. La procedura è rilevabile nella norma ASTM D562-55. Per consistenza s'intende la resistenza allo scorrimento della pittura dovuta alla sua viscosità. Si è rilevato che si ha un'alta consistenza quando le pitture si collocano sopra le 100 Unità Krebs, la consistenza è media al di sotto le 100 UK. Un'altra unità di misura utilizzata è quella determinata in base al tempo, in secondi, impiegato dalla pittura a defluire da un particolare recipiente attraverso un foro calibrato a sezione quadrata (viscosità in secondi Ford a 20 °C). La viscosità η , com'è noto, è misurata in Pascal-secondo o in milliPascal-secondo. Quest'ultima unità corrisponde ad un centiPoise (cP) che è un'altra unità di misura tipica della viscosità).

Tempo d'essiccamento - *Metodo ASTM D 711* - La prova determina in ambiente condizionato (25 °C e 50-60 % W) il tempo d'essiccamento di un film di pittura dello spessore di 380 μm , steso su un supporto di vetro che è successivamente appoggiato su un piano inclinato di circa 10°. Sul film è fatto scorrere, ad intervalli regolari, un cilindro d'acciaio dotato d'anelli di gomma sintetica aventi caratteristiche meccaniche determinate. Il tempo d'essiccamento è dato dal tempo intercorso tra il tempo finale (t_f), in cui la pittura non aderisce più agli anelli di gomma, e il tempo iniziale (t_i) di stesa del film.

Resistenza agli agenti chimici (carburanti, lubrificanti, cloruro di calcio e di sodio- *Metodo sperimentale* - Sono predisposti 6 provini di pittura dello spessore di 250 μm in un analogo numero di supporti metallici, e dopo averli condizionati a temperatura ambiente ($23 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ e $50 \pm 5\% \text{ W}$) per 7 giorni sono immersi nei liquidi di prova ad una determinata temperatura e per un tempo non superiore a 60'. Dopo un ulteriore periodo di stagionatura si osserva lo stato di conservazione della superficie della pittura in ogni singolo elemento. La prova s'intende superata se non sono rilevati sulla superficie distacchi, fessurazioni, bolle, sfarinamenti e perdita di microsfere di vetro; inoltre, dopo l'attacco degli aggressivi chimici, non dovranno modificarsi le caratteristiche fotometriche e colorimetriche iniziali dei provini.

Resistenza all'abrasione – *Metodo UNI 10559* – La prova consente di valutare la perdita di massa della pellicola di pittura dopo essere stata assoggettata all'azione di mole abrasive di durezza predefinita, alle quali si aggiungono dei pesi supplementari di 500 o 1000 g. Per eseguire la prova si utilizza l'apparecchio Taber Model 503 Abraser. La pittura è stesa con uno spessore umido di 250 micron su tre supporti d'acciaio aventi forma quadrata e i bordi smussati. Dopo un condizionamento per 24 ore, i campioni sono sottoposti alla prova d'abrasione utilizzando le mole CS-10 caricate di un peso di 500g, per 500 o 1000 giri (secondo la norma, lo spessore del prodotto, il tipo di mola, il peso e il numero di giri deve essere preventivamente concordato con il committente). Al termine della prova non si deve avere scoprimento del metallo in un solo punto dei supporti.

Un'altra prova per determinare il grado d'abrasione del film di pittura, è quella descritta nel metodo *ASTM D 968*, denominato metodo a caduta di sabbia. In questa prova, la resistenza all'abrasione del film di pittura è determinata dalla quantità d'abrasivo richiesto (sabbia silicea naturale, passante al setaccio ASTM n. 20 (850 micron) e trattenuta al setaccio ASTM n. 30 (600 micron) per esporre un'area di 3.9 mm di diametro del pannello metallico liscio, inclinato a 45° , su cui è steso un film dello spessore di 250 micron. La sabbia cade da una data altezza attraverso un tubo guida il cui bordo inferiore dista dal provino esposto 25.4 mm. La velocità d'efflusso deve essere di 2 litri di sabbia in 21÷23.5 secondi. Il risultato di prova è il coefficiente d'abrasione, dato dal rapporto V/T , dove V è il volume di sabbia utilizzato per abradere l'area di pittura prescritta e T (thickness) è lo spessore del film in mm.

Resistenza all'azione dei raggi UV – ex *Norma UNI 9397/89* – La norma citata è stata ritirata e non è stata sostituita. La prova è applicata dal CRC in quanto utile per mettere in evidenza eventuali difetti del film di pittura. La prova consiste nell'esporre all'azione della luce emessa da una lampada allo xeno, che approssima lo spettro d'emissione della radiazione solare normalizzata D65, tre provini di pittura dello spessore umido di 380 micron. Un quarto provino è conservato come campione di riferimento. Dopo aver stagionato i provini, questi sono inseriti in uno speciale apparecchio per prove solari (la lampada è posta sul fuoco di un riflettore a parabola) e sottoposti per 48 ore consecutive all'azione della luce solare. Se richiesto, l'esposizione può essere prolungata per una durata determinata in multipli di 24 ore. Per i materiali sottoposti a normali condizioni di luce solare diretta, si usa un filtro che consente la simulazione di tali condizioni: il filtro intercetta tutte le radiazioni di lunghezza d'onda inferiore e permette l'emissione spettrale con inizio dalle radiazioni da 300 nm. Un sistema di specchi atti a riflettere la luce ultravioletta e visibile, è collocato nella parte superiore della lampada. A tale sistema, che consente il passaggio verso l'esterno degli infrarossi, è aggiunto un dispositivo di ventilazione che consente di mantenere costante la temperatura di prova tra i 45° e i 60°C. Sui provini sottoposti a prova si determina visivamente la presenza di screpolature, sfarinamenti, variazioni di colore e perdita di brillantezza. La valutazione visiva è accompagnata dalla determinazione strumentale del fattore di luminanza e delle coordinate cromatiche, prima e dopo la prova.

Determinazione del contenuto di microsfere di vetro rifrangenti - *Metodo AM-P.01/14* - Dopo aver ben omogeneizzato il prodotto, le microsfere di vetro sono separate dalla pittura con l'ausilio di una soluzione solvente (Etil Acetato, Xilene, Benzolo, Acetone) e tramite agitazione con una bacchetta di vetro. Il pigmento, più leggero delle microsfere di vetro, resta in sospensione ed è asportato mediante aspirazione. Si ripete l'operazione fino alla completa eliminazione delle tracce di pigmento dalle microsfere di vetro utilizzando, nella fase conclusiva dell'operazione, dell'acido cloridrico diluito. Per il lavaggio finale si usa acqua distillata. Il contenuto di microsfere di vetro è espresso come media percentuale sulla pittura dei valori ottenuti da due determinazioni.

Granulometria delle microsfere di vetro rifrangenti - *Metodo ASTM D 1214* - (*metodo meccanico*) - Dalle microsfere di vetro separate, di cui al punto m, si ricavano 2 campioni rappresentativi di 50 g ciascuno per essere avviati alla selezione granulometrica previo trattamento termico (105-110 °C) per eliminare eventuali tracce d'acqua residua. La prova consiste nel far attraversare alle microsfere di vetro, con l'ausilio di un agitatore

meccanico, una serie di setacci disposti con le luci nette delle reti aventi valore decrescente verso il basso. Il sistema comprende un coperchio ed un fondo per la raccolta delle microsfere di vetro le cui dimensioni sono inferiori a 0.063 mm. Il risultato finale dell'analisi è espresso come media percentuale tra i due campioni delle microsfere di vetro passanti in ciascun setaccio.

Sfericità delle microsfere di vetro - *Metodo ASTM D 1155 - (Procedura A)* - Una selezione di microsfere di vetro, rappresentative del campione di pittura, è suddivisa in 2 gruppi con l'ausilio del setaccio n.50 (300 μm). Successivamente ciascun gruppo è fatto cadere da 13 mm d'altezza, su un pannello di vetro inclinato rispetto all'orizzontale e di un angolo che è in funzione del diametro medio delle microsfere di vetro. Il pannello è sottoposto a vibrazione la cui frequenza fissa è di 60 impulsi al secondo. Le microsfere di vetro perfettamente sferiche si depositeranno, seguendo l'inclinazione del pannello, in un contenitore posto in corrispondenza del bordo inferiore. Durante la vibrazione, le microsfere di vetro ovalizzate e le particelle di vetro di forma irregolare seguiranno il percorso opposto e si depositeranno in un recipiente sistemato in corrispondenza del limite superiore del pannello. Una volta separate, le microsfere di vetro sferiche saranno espresse in percentuale in peso rispetto alla selezione iniziale comprensiva di microsfere di vetro di forma regolare e irregolare.

Questa prova dovrà essere integrata dalla procedura prevista nella norma EN 1423 relativa al metodo di determinazione delle imperfezioni delle microsfere di vetro. Le imperfezioni contemplate sono le seguenti:

- microsfere ovalizzate;
- microsfere a goccia;
- microsfere fuse tra loro;
- microsfere con satelliti;
- microsfere opache;
- microsfere lattiginose;
- microsfere con inclusioni gassose;
- particelle di vetro con spigoli vivi;
- particelle di materiale diverso dal vetro.

Attualmente la forma delle microsfere di vetro è determinata con sistemi più moderni. A tal fine si utilizza il microscopio associato ad una telecamera per il rilievo delle immagini delle sfere di vetro che sono successivamente elaborate da un computer con l'ausilio di un software predisposto per il calcolo automatico del numero di microsfere di vetro presenti nel campo di misura, delle loro dimensioni, della loro forma, del loro perimetro, ecc.. Il programma consente, infine, l'elaborazione statistica dei risultati e l'archiviazione delle immagini. Il metodo per la determinazione della qualità delle sfere di vetro è descritto nell'appendice D della norma EN 1423.

Indice di rifrazione delle microsfere di vetro - Metodo UNI 9324 - (Metodo dell'immersione) - L'indice di rifrazione " n " è determinato con un microscopio a luce trasmessa e una serie di liquidi a bassa volatilità e indice di rifrazione conosciuto (Benzilacetato, Difelinetene, Metilene Ioduro, ecc.). Una piccola quantità di sfere di vetro, rappresentativa del campione di pittura, è immersa, in condizioni ambientali definite dal punto di vista termometrico, in un liquido con " n " noto. Con il microscopio a luce trasmessa si osserva la presenza della linea di Becke, una frangia luminosa che si sposta verso il centro della perlina immersa, allontanando l'oggetto dal fuoco dell'obiettivo, se l'indice di rifrazione è maggiore nelle microsfere di vetro rispetto a quello del liquido di riferimento, ovvero se la linea luminosa si sposta verso il liquido, l'indice " n " è superiore nel liquido di riferimento rispetto a quello del vetro delle microsfere di vetro. Nel caso in cui la linea non compare, i due mezzi hanno lo stesso indice di rifrazione. Il metodo è così sensibile che è sufficiente una differenza di pochi millesimi, tra i due indici delle sostanze analizzate, perché compaia la linea di Becke. La norma En 1423/97, relativa alle microsfere di vetro, per la determinazione dell'indice di rifrazione adotta il metodo di "Schroder Van derKolk" applicabile ai prodotti monorifrangenti come le sfere di vetro. Le differenze dell'indice di rifrazione sono già percepibili con l'illuminazione assiale degli oggetti, esse aumentano notevolmente con l'illuminazione obliqua, poiché le frange luminose o le strisce scure sono molto più accentuate su un lato della sfera di vetro rispetto all'altro. La posizione della striscia illuminata e di quella scura, dipende dalla direzione del raggio incidente e dalla differenza d'indice di rifrazione tra il vetro della perlina e il liquido d'indice noto in cui è immersa. L'illuminazione è ottenuta con l'ausilio di un cartoncino nero rigido che consente di produrre un'illuminazione obliqua nella parte visibile del campo, nascondendo metà del campo dell'oculare.

Resistenza delle microsfere di vetro agli aggressivi chimici (Stabilità chimica delle microsfere di vetro) - UNI EN 1423 - Una selezione rappresentativa di microsfere di vetro è sottoposta all'aggressione del cloruro di calcio e di sodio in soluzione normale (3 ore), dell'acido solforico diluito al 20% (1 ora) e dell'acido cloridrico in soluzione normale (1 ora). Trascorsi i relativi tempi d'aggressione, si separano le microsfere di vetro per filtrazione e sono accuratamente lavate con acqua distillata e asciugate. Successivamente sono sottoposte a controllo comparativo, con le microsfere di vetro originarie non sottoposte al trattamento d'aggressione, con l'ausilio di un microscopio. Al termine della prova le microsfere di vetro devono mantenere inalterate le loro caratteristiche originarie: forme regolari, colore costante, trasparenza e potere riflettente.

La norma EN 1423 prescrive la resistenza all'acqua, all'acido cloridrico diluito, al cloruro di calcio e al solfuro di sodio in soluzione.

Spessore della pittura (Provini da predisporre in situ) - *Metodo sperimentale* - Durante la stesa in cantiere si disporranno, in corrispondenza dell'apparecchiatura erogatrice, 3 supporti metallici, preventivamente pesati, delle dimensioni di cm 50x30x0,05, che saranno ricoperti da altrettante strisce di pittura. Al termine della deposizione i lamierini saranno pesati (peso lordo umido) e lasciati asciugare nelle condizioni ambientali di stesa. Dopo l'essiccazione della pittura, i supporti sono nuovamente pesati (peso lordo secco) e se ne rileva lo spessore medio in micron con un misuratore di riporti elettronico. Infine, conoscendo la massa media di pittura deposta, la superficie media coperta in cm² e lo spessore medio della pittura, si può risalire alla resa del prodotto verniciante in situ (m²/kg). In modo analogo si possono prelevare campioni di prodotti plastici a freddo o di termoplastici.

2.11.12 *Prove sulle pitture termoplastiche, sui prodotti plastici a freddo e sui preformati*

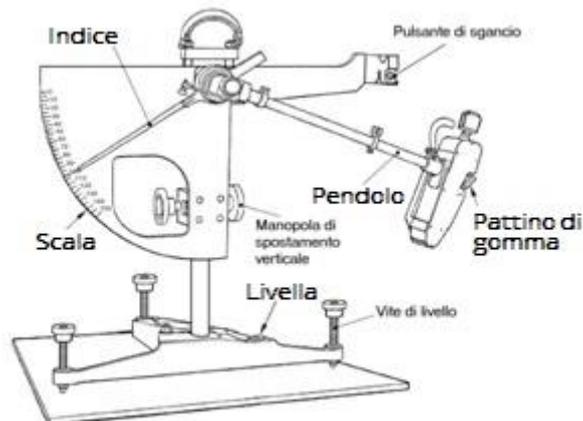
Pitture e prodotti plastici a freddo - Determinazione del colore e del fattore di luminanza:

Principi di misura e apparecchiature: la procedura è analoga a quella descritta per le pitture a solvente;

dimensioni del pannello in alluminio (cm 15 x 7,5 x 0,06);

procedura di stesa: deve essere applicato un film di 400 micron di spessore.

Nel caso vi siano microsferi di vetro premiscelate, lo spessore del film corrisponde alla resa di 1 kg/m^2 .



Strumento per la misura dello SkidResistance Test

I pannelli predisposti sono fatti essiccare per 7 giorni in condizioni termoigrometriche definite (23°C 50% U.R.) in un luogo protetto dai raggi del sole e dalla polvere.

Sul prodotto così condizionato si misura il fattore di luminanza e il colore.

Pitture e prodotti plastici a freddo - Determinazione della stabilità in barattolo o nella confezione:

principio: il metodo proposto determina il grado di sospensione del pigmento e la facilità di miscelazione di un campione di pittura stagionata in condizioni omogenee e adatta per un uso immediato.

apparecchiature: tra le varie il Tampingapparatus, apparato di scuotimento, costipamento.

procedura di prova:

pitture: 3 recipienti ermeticamente chiusi con il campione di pittura sono pesati e collocati in un armadio termico a 45°C per 30 giorni. Alla fine del periodo di condizionamento termico i tre recipienti sono posti nell'apparato di Tamping e assoggettati a 25.000 colpi d'assestamento. Al termine attraverso il vetro dei recipienti si osserva se le fasi componenti il campione si separano;

plastici a freddo: prima della prova dovrà essere verificato se il campione di prodotto plastico a freddo contiene perossidi. Il campione si esamina come le pitture. Il Tamping test non sarà eseguito se il campione contiene perossidi;

determinazione del grado di sospensione e facilità di miscelazione: è definita una scala di valutazione della sospensione, da un valore minimo ad uno massimo, da 0 a 10.

Ad esempio:

valutazione 10: sospensione che non cambia rispetto all'aspetto originale;

valutazione 4: la spatola non riesce a passare attraverso la massa sedimentata né a toccare il fondo del recipiente per effetto della gravità. Con difficoltà si può spostare lateralmente la spatola nella massa sedimentata e si rileva una leggera resistenza ai bordi. Il prodotto può essere prontamente rimescolato e riportato allo stato omogeneo;

valutazione 2: difficoltà a far compiere un movimento obliquo ad una spatola immersa con forza nel prodotto;

valutazione 0: il prodotto è così compatto (agglomerato) che non può essere incorporato col liquido, mescolando manualmente, per formare una miscela omogenea senza grumi.

Pitture: metodo di prova per la resistenza all'affioramento del legante bituminoso (modificazione cromatica del pigmento):

principio: la pittura è applicata a una superficie bituminosa ed è esaminato lo scolorimento del film dopo un condizionamento di 72 ore;

materiali: pannelli di supporto in truciolato o cartone pressato delle dimensioni di cm 10 x 20 x 1 la cui densità sia inferiore a 0,8 g/mc;

bitume tipo B 70/100 o simile;

preparazione del pannello di supporto: diversi supporti sono rivestiti con una soluzione di bitume e toluolo al 50% applicata a pennello. I supporti saranno collocati in un armadio termico per 72 ore a 45 °C, successivamente condizionati per 12 ore alla temperatura dell'ambiente di prova;

procedura di prova:

- una striscia adesiva trasparente della larghezza di cm 5 è collocata sul supporto, parallela al lato lungo, a cm 7,5 dal bordo in modo da ottenere una superficie coperta di 5 cm e una non coperta complessiva di 15 cm separata dall'adesivo centrale;
- applicare il prodotto a pennello su tutto il supporto con uno spessore di 300 micron, in circa 4 secondi.
- il supporto è fatto asciugare per 72 ore a 20 °C e poi per 24 ore a 45 °C.

- è misurato il fattore di luminanza del nastro trasparente (β) e della pittura (β') per ottenere $\Delta\beta = (\beta - \beta')$.

Pitture, prodotti plastici a freddo e prodotti termoplastici - metodo di prova per la determinazione della resistenza agli alcali (*soda caustica diluita*):

principio: lo scopo di questo metodo è quello di contribuire a selezionare il prodotto per la segnaletica stradale orizzontale che è idoneo per essere applicato direttamente sopra substrati che reagiscono all'azione delle sostanze alcaline (pavimentazioni in cemento);

reagenti: idrossido di sodio, soluzione al 10% in acqua;

numero di prove: bisogna preparare tre pannelli di prova per ogni prodotto, due saranno sottoposti all'azione dell'idrossido di sodio e il terzo sarà utilizzato per il confronto;

prova: i prodotti saranno sottoposti all'azione della soluzione di idrossido di sodio per 48 ore a 45°C;

- valutazioni della soluzione di prova e dello stato della superficie delle zone sottoposte all'azione della soluzione d'idrossido di sodio: una colorazione distinta e intensa della soluzione sarà il risultato del suo effetto sul legante, come una variazione del pigmento è il risultato dell'agitazione della soluzione; la condizione della superficie delle zone esposte all'azione della soluzione devono essere analizzate per evidenziare perdita di brillantezza, modificazione del colore, irruvidimento della superficie e fenomeni di abrasione;
- valutazione dei materiali: la pittura è resistente agli alcali se non si riesce a staccare con una spazzola il film nelle zone soggette all'azione della soluzione di prova; i prodotti plastici a freddo e i prodotti termoplastici sono resistenti agli alcali se la soluzione di prova, dopo 48 ore di reazione, non presenta fenomeni di torbidità e intensa colorazione dovuta alla fuoriuscita del pigmento e se le zone di prova del materiale non presentano segni d'irruvidimento della superficie o esposizione delle microsferi.

Termoplastici: determinazione del colore e del fattore di luminanza:

principio: l'appendice A della norma, traslascia la misura del colore e del fattore di luminanza di un blocco solido di materiale termoplastico, il cui spessore è superiore ai 400 micron, previsti per il film di pittura stesa in un pannello d'alluminio. Questo metodo prevede un campione di prova di dimensione adeguata e spessore sufficiente per ottenere una superficie liscia con il massimo grado di riflessione. Si possono utilizzare altri campioni se si è verificato che hanno le stesse specifiche proprietà.

apparecchiatura: sorgente luminosa e dispositivo di misura analogo a quello descritto nell'appendice C della norma EN 1436/97; stampo di gomma di silicone dello spessore di circa 1 cm, da utilizzare come base e una piastra d'analogia dimensione e spessore con un'apertura circolare di 10 cm di diametro;

procedura di prova: fondere e colare la quantità di materiale sufficiente a riempire lo stampo in gomma per ottenere una lastra di prodotto termoplastico del diametro di 10 cm e dello spessore di 1 cm. Per ottenere una superficie inferiore liscia si può caricare con una massa di 5 kg il prodotto quando è ancora caldo. Dopo che il campione si è raffreddato estrarlo dallo stampo e misurare il fattore di luminanza e le coordinate cromatiche nella superficie inferiore.

Termoplastici: determinazione del punto di rammollimento (softeningpoint):

principio: il principio di questo metodo determina il punto di rammollimento di un materiale termoplastico per la segnaletica stradale in accordo con Wilhelmi. Il punto di rammollimento è la temperatura, sotto le condizioni di collaudo previste da questo metodo, alla quale uno strato dato di materiale termoplastico subisce una deformazione sotto l'azione di una palla d'acciaio di 13,9 g di peso.

apparecchiatura: tra i vari dispositivi ed accessori è previsto l'anello di Wilhelmi composto da un anello inferiore e da uno superiore con attacco a baionetta, che trattiene un'asta e dei perni sporgenti;

provini: due provini costituiti da 50 g di materiale;

preparazione dell'anello: il campione di prova deve essere fuso, colato nella metà inferiore dell'anello, successivamente è serrato tra le due metà dell'anello in modo da non essere deformato ai bordi;

procedura: il campione così preparato è collocato all'interno di un bicchiere a 50 mm dal fondo. Nel contenitore si versa il liquido di prova, acqua distillata o glicerina in funzione della temperatura di rammollimento del prodotto, successivamente si colloca sopra il campione di materiale termoplastico la sfera d'acciaio. Si aumenta uniformemente la temperatura del liquido di circa 5°C al minuto. Man mano che la temperatura aumenta il campione di materiale termoplastico tenderà ad incurvarsi verso il basso sotto il peso della sfera. Nel momento in cui il campione o la sfera toccheranno il fondo del contenitore, si rileva la temperatura con una approssimazione di ½ grado;

risultati: il valore medio delle due temperature rilevate, relative ai due provini, rappresenta il punto di rammollimento secondo il metodo Wilhelmi.

Termoplastici: determinazione della stabilità al calore (heatstability):

principio: il metodo è stato predisposto per determinare la stabilità al calore di un materiale termoplastico utilizzato nella segnaletica stradale sotto condizioni prescritte. La prova simula il riscaldamento che si verifica durante la stesa in condizioni normali.

descrizione della prova: il materiale termoplastico preventivamente fuso, è riscaldato per 6 ore alla temperatura d'applicazione. Successivamente, quando il materiale si è raffreddato a temperatura ambiente, devono essere determinati i seguenti parametri: fattore di luminanza e coordinate cromatiche, impronta, usura Tröger ed esposizione ai raggi UV;

apparecchiatura: per l'esecuzione della prova è necessario un dispositivo che consenta di somministrare calore e mantenere costante la temperatura di 220°C, un agitatore elettrico dotato di particolari pale per omogeneizzare il prodotto, in cui sia possibile controllare la rotazione delle stesse (100 giri al minuto), e un contenitore metallico il cui diametro interno sia di 10 cm e l'altezza di 13 cm;

preparazione dei provini: una serie di frammenti per un peso complessivo di 1.7 kg, sono prelevati casualmente da un campione di peso superiore preventivamente frazionato;

procedura: il campione è progressivamente riscaldato e omogeneizzato con l'agitatore fino a raggiungere la temperatura di prova prestabilita. Quando si è raggiunta tale temperatura (200°C è la massima temperatura applicabile), si mantiene il campione in condizioni termiche costanti per sei ore. Successivamente lo si lascia raffreddare a temperatura ambiente prima di eseguire le altre prove prescritte. Al termine delle varie prove i risultati sono comparati con il campione che non è stato sottoposto alla prova di stabilità al calore.

Termoplastici: resistenza all'impatto a freddo (cold impact):

principio: il metodo misura la resistenza del materiale termoplastico che è stato conservato a basse temperature (a 0 e a -10 ° C) , all'impatto di una palla d'acciaio, del diametro di 25,4 mm per una temperatura di 0°C e di 30.0 mm per una temperatura di -10°C, che cade da un'altezza di 2 m.

procedura: si ripete la prova su 10 provini e si registra il numero di campioni rimasti integri e quelli che presentano fessure o rotture.

Termoplastici: metodo per la prova d'impronta (indentation):

principio: il metodo determina il valore "dell'intaccatura" di un materiale termoplastico. Il valore d'impronta è definito come il tempo in secondi necessari perché un cilindro

metallico, con un'area di 1 cm^2 e una forza di 515 N (52,52 kg), affondi di 10 mm nel materiale termoplastico a una temperatura di 20 °C.

Termoplastici e prodotti plastici a freddo: metodo per la prova d'usura Tröger:

rincipio:

il metodo consente la determinazione della resistenza all'usura di un materiale termoplastico o di un prodotto plastico a freddo utilizzati nella segnaletica stradale. L'usura è prodotta in un apparato di Tröger su un campione che è applicato su un provino Marshall (30 mm spessore). La prova è eseguita a una temperatura di -10 °C. Il metodo consente di simulare l'azione delle ruote chiodate su un segnale termoplastico o in un prodotto plastico a freddo in condizioni di basse temperature.

procedura: il materiale termoplastico, riscaldato e omogeneizzato, o il materiale plastico freddo è preparato ed applicato su un provino Marshall ed è successivamente condizionato a -10 °C per un periodo di tempo tra le 15 e le 20 ore. Al termine del periodo di condizionamento, il campione è montato in un apparato di Tröger. L'usura è provocata da una pistola ad aghi azionata da aria compressa. Durante la prova, dell'aria a -10 °C è soffiata continuamente sul campione in esame. La massa di materiale abraso è registrata pesando il campione prima e dopo la prova.

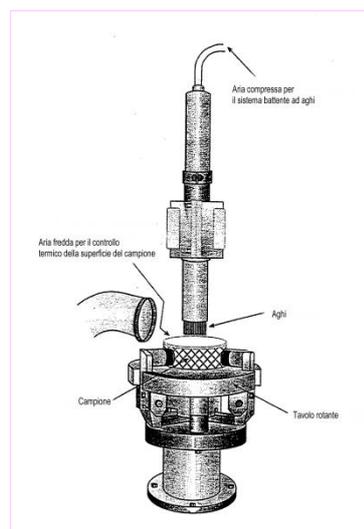


Figura 3 – Apparecchiatura per determinare la resistenza all'usura secondo il metodo Tröger (EN 1871).

2.11.13 *Verifica delle caratteristiche prestazionali della segnaletica verticale*

La DL disporrà le prove ritenute opportune per verificare le caratteristiche prestazionali delle pellicole utilizzate nella realizzazione dei segnali stradali verticali permanenti, secondo i metodi di prova indicati nella UNI EN 12899-1. Le prove sono le seguenti:

- verifica delle Coordinate cromatiche x,y;
- verifica del Fattore di luminanza;
- verifica del Coefficiente di retroriflessione RA;

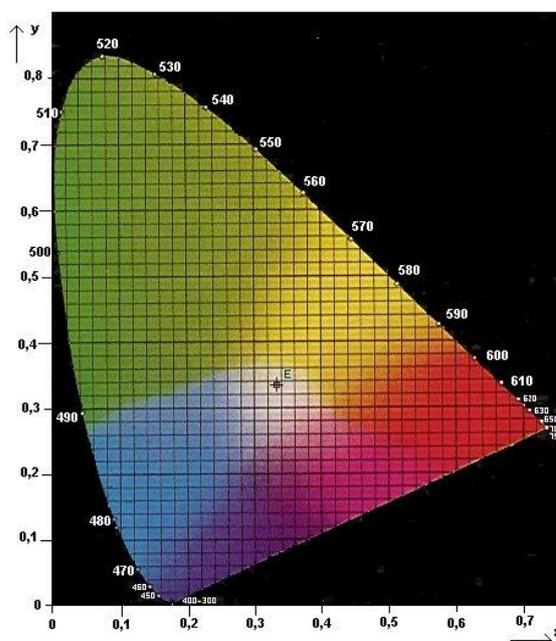
- verifica della durabilità con la prova di invecchiamento naturale o accelerato artificiale (quando la DL lo reputi necessario e in funzione dell'entità della fornitura);
- verifica della resistenza all'impatto.

Prove di laboratorio sulle pellicole retroriflettenti

a) Verifica delle coordinate cromatiche e del fattore di luminanza

Le coordinate cromatiche ed il fattore di luminanza dei materiali che utilizzano la tecnologia a microsfere di vetro devono essere misurate in conformità alle procedure contenute nel documento CIE 15. Le misure devono essere eseguite con l'illuminante normalizzato D65 e con geometria di misura 45/0.

Figura 4 – Diagramma cromatico



CIE 1931

b) Verifica del coefficiente di retroriflessione RA

Il coefficiente di retroriflessione deve essere misurato in base alla procedura indicata nel documento CIE 54.2, utilizzando l'illuminante normalizzato CIE A. Il coefficiente di retroriflessione (RA) di tutti i colori stampati, eccetto il bianco, non deve essere minore del 70% dei valori riportati nel prospetto 3 o nel prospetto 4 della UNI EN 12899-1, rispettivamente per i segnali di classe RA1 e RA2.

c) Verifica della durabilità

Campioni di materiale devono essere esposti, inclinati orizzontalmente con un angolo di 45° e rivolti in direzione dell'equatore per tre anni. La prova è conforme al metodo A della ISO 877. Al termine della prova le coordinate cromatiche e il fattore di luminanza devono

essere conformi ai requisiti prescritti per le prestazioni visive della pellicola retroriflettente. Quando sottoposte alla misura del RA con un angolo di osservazione di 20' e ad angoli di illuminazione di 5° e 30°, il coefficiente di retroriflessione non deve essere inferiore dell'80% per i valori indicati nei prospetti 3 e 4 della norma UNI EN 12899-1.

d) Verifica della resistenza all'impatto

Quando sottoposto a prova in conformità alla EN ISO 6272, utilizzando una massa di 450 g con un raggio di contatto di 50 mm, non si deve verificare alcuna incrinatura della pellicola della faccia a vista né alcuna delaminazione della stessa, fuori da un cerchio con raggio di 6 mm, dal centro del punto d'impatto. Il segnale da sottoporre a prova deve essere sostenuto come lo sarebbe quando installato oppure, il campione deve essere sostenuto in uno spazio aperto di (100 x100) mm.

Pellicole microprismatiche

In merito alle prestazioni dei materiali retroriflettenti che utilizzano la tecnologia microprismatica, le stesse sono riportate nel Benestare Tecnico Europeo (ETA) di pertinenza. Il fabbricante di segnali deve ottenere le specifiche di prestazione dall'acquirente.

Supporti in lamiera di ferro o di alluminio

Analogamente alle pellicole realizzate con tecnologia a microsferiche, che devono seguire un iter di verifiche preventive e controlli in produzione prima di essere immessi sul mercato, con l'ausilio dell'Ente di Certificazione/Organismo Notificato che autorizza il fabbricante ad apporre la marcatura CE, anche i supporti e i sostegni metallici devono seguire lo stesso iter indicato dalle UNI EN 12899-1, UNI EN 12899-4 e UNI EN 12899-5.

La certificazione delle prestazioni strutturali è afferente ai sostegni intesi come le strutture che sostengono i pannelli e ai pannelli intesi come sistema che comprende i supporti, gli elementi di rinforzo e i fissaggi dei segnali stradali verticali permanenti, di cui ai vari prospetti ZA riportati nella UNI EN 12899-1.

Prove in situ sulle pellicole retroriflettenti

Verifiche in situ delle prestazioni della segnaletica verticale

Le caratteristiche prestazionali della segnaletica verticale possono essere verificate anche in situ attraverso analisi puntuali rilevate con strumenti portatili.

In particolare, in funzione delle tipologie di pellicole applicate, saranno rilevati i seguenti parametri: Coefficiente di retroriflessione “ R_A ”; Coordinate cromatiche “ x,y ”; Fattore di luminanza “ β ”; spessore della pellicola; materiale del supporto; spessore del supporto; spessore dello strato protettivo del segnale; materiale del sostegno; spessore dello strato protettivo del sostegno; verifica della stabilità dei fissaggi; verifica della presenza, sul retro del segnale, delle iscrizioni prescritte dall’art. 77, comma 7, del DPR n. 495/92; infine, nei casi di sostegni a sezione circolare, si deve verificare la presenza del dispositivo inamovibile antirotazione del segnale rispetto al sostegno e del sostegno rispetto al terreno (art. 82, comma 2, DPR n. 495/92).

Sarà cura del DL individuare il numero e la tipologia di segnali da sottoporre alle predette analisi. Il campione di segnali in cui saranno eseguiti i predetti rilievi dovrà essere rappresentativo del lotto/partita fornita e installata. I singoli segnali, oltre ad essere individuati in funzione della data di installazione, della tipologia di pellicola, della tipologia di supporto, della categoria (pericolo, prescrizione, indicazione), delle dimensioni, del formato (grande, piccolo, ridotto, normale, diverso, composito), della figura, del numero di strada, della progressiva chilometrica e della posizione sulla carreggiata, saranno identificati anche con le coordinate GPS.

2.11.14 *Caratteristiche tecniche e prestazioni per i supporti*

La presente nota tecnica riporta le indicazioni della “ *Linea Guida per la realizzazione e fornitura di segnaletica verticale*” dell’Associazione (*Assosegnaletica*) che riunisce i produttori di segnaletica verticale e orizzontale aderenti ad **ANIMA** (Federazione di categoria che rappresenta in ambito Confindustria l’Industria Nazionale della *Meccanica Varia ed Affine*). La pubblicazione offre un quadro esaustivo delle informazioni tecniche che caratterizzano la segnaletica stradale verticale, ed è indirizzata alle Pubbliche Amministrazioni - in qualità di enti proprietari delle strade e responsabili della manutenzione delle infrastrutture - ed a tutti quei soggetti che si trovano nella necessità di approvvigionarsi, installare o fornire questo tipo di segnaletica. La nota corrisponde al paragrafo 4.1 della Linea Guida.

I materiali

I supporti metallici devono essere realizzati in lamiera di alluminio con un titolo di purezza non inferiore al 99,5% e uno strato di cottura semicrudo, denominazione UNI EN 573-3:1996 - “*Alluminio e leghe di alluminio. Composizione chimica e forma dei prodotti*”

semilavorati. Composizione chimica” e UNI EN 485-2:2004 – “Alluminio e leghe di alluminio. Lamiere, nastri e piastre – Parte 2: caratteristiche meccaniche” (1050 A – H/24 o H14).

Gli stessi possono essere realizzati anche in lamiera di ferro, tipo FE P01 MA per stampaggio, con caratteristiche fisiche, forma e tolleranze dimensionali stabilite nella norma UNI EN 10131:1993 – *“Prodotti piani laminati a freddo, non rivestiti, di acciaio a basso tenore di carbonio e di acciaio ad alto limite di snervamento, per imbutitura e piegamento a freddo. Tolleranze dimensionali e di forma”* e UNI EN 10130:2000 *“Prodotti piani laminati a freddo, di acciaio a basso tenore di carbonio per imbutitura o piegamento a freddo – Condizioni tecniche di fornitura”*.

Spessori minimi

Indipendentemente dalle caratteristiche prestazionali, i supporti devono avere i seguenti spessori minimi:

- fino a 3mq di superficie:
 - Alluminio 25/10
 - Ferro 10/10
- oltre 3 mq di superficie:
 - Alluminio 30/10
 - Ferro 10/10

Tolleranze degli spessori

In funzione della larghezza della lamiera, devono essere rispettate le norme UNI EN 485-4:1996 – *“Alluminio e leghe di alluminio. Lamiere, nastri e piastre. Tolleranze dimensionali e di forma dei prodotti laminati a freddo”* e sia per le leghe di alluminio che laminati di leghe di alluminio e UNI EN 10131:1993 – *“Prodotti piani laminati a freddo, non rivestiti, di acciaio a basso tenore di carbonio e di acciaio ad alto limite di snervamento, per imbutitura e piegamento a freddo. Tolleranze dimensionali e di forma”*. Devono necessariamente essere rispettate le tolleranze previste al punto 2.2; tali tolleranze previste dovranno essere solo positive ossia uguali o maggiori di 0 (in deroga a quanto previsto dalla normativa UNI EN 485-4:1996 e UNI EN 10131:1993).

Dimensioni e tolleranze

Le dimensioni dei segnali verticali di forma standard devono essere conformi a quanto previsto dall'art. 80, comma 1 del D.P.R. 16 dicembre 1992, n. 495. Le dimensioni dei segnali verticali non standard devono essere conformi a quanto previsto dall'art. 80, comma 7 del sopramenzionato D.P.R.. La massima tolleranza ammissibile sulla misura utile della faccia del segnale deve essere:

- di 8 mm per i segnali con lato inferiore ai 900 mm di lato
- dell'1% per tutti i prodotti contemplati nel presente paragrafo di dimensione superiore ai 900 mm di lato.

Bordi de supporti

I supporti, siano essi realizzati in alluminio oppure in ferro, devono avere un bordo di tipo E2, secondo la classificazione riportata nella norma UNI EN 12899-1; tali bordi, che non devono avere soluzione di continuità, (fatti salvi i segnali composti, nei punti di giunzione), devono avere le seguenti dimensioni minime:

- Supporti fino a 3 mq: 15 mm
- Supporti superiori a 3 mq: 20 mm
- La tolleranza accettata è: +/- 2 mm

Il raggio di curvatura dovrà essere realizzato nel rispetto della norma UNI-EN 12899-1 ovvero:

- $R \geq 10$ mm supporti inferiore a 3 m²
- $R \geq 40$ mm supporti superiore a 3 m²
- Tolleranza +/- 2 mm

Per motivi antinfortunistici il bordo del supporto non deve presentare pericoli di taglio.

Colore dei supporti e prove di controllo delle caratteristiche

Il produttore garantirà la rispondenza del colore alla scala RAL 7016 ed inoltre le seguenti caratteristiche:

- **spessore del rivestimento protettivo:** pari ad un minimo di 40 micron sulla superficie anteriore e 60 micron sulla superficie posteriore;
- **adesione della vernice al supporto:** UNI EN 9240:2000 (*Mobili. Determinazione dell'adesione delle finiture al supporto mediante prova di strappo*) i valori dello

sforzo allo strappo sono compresi tra 1 e 1,5 N invecchiati ed i 4 e 4,5 N per i supporti nuovi e UNI EN 2409:1996 (*Prodotti vernicianti. Prova di quadrettatura*);

- **elasticità dello stato della vernice:** UNI EN 1519:1998 (*Prodotti vernicianti. Prova di piegamento (mandrino cilindrico)*). Resistenza della vernice alla screpolatura e al distacco quando sottoposto a piegamento su mandrino. Screpolature formate dopo ripetute piegature del provino con mandrini diametro 5,5 mm sui supporti nuovi e 8 mm sui vecchi denotano buona elasticità;
- **durezza dello stato di verniciatura:** UNI EN 9395:2000 (*Prodotti vernicianti. Prova di resistenza alla rigatura (metodo della penna)*). Valori H – 2H;
- **resistenza all’impatto:** UNI EN 8901:2000 (*Prodotti vernicianti. Determinazione della resistenza all’urto*). Nessun distacco del rivestimento fino alla caduta di un peso di kg 0,9 da 30/60/90 cm di altezza;
- **resistenza alla corrosione:** UNI EN 9590:1990 (*Prodotti vernicianti. Prova accelerata di laboratorio per la valutazione della corrosione sottopellicolare a bolle di supporti ferrosi verniciati (Scabcorrosion)*) o UNI ISO 9227:1993 (*Prove di corrosione in atmosfere artificiali. Prove in nebbia salina*). Su alluminio nessuna ossidazione dopo 500 ore e su ferro ossidazione pellicolare max 0,5 mm;
- **prova del ciclo di umidità:** UNI 8744:1986 (*Prodotti vernicianti. Prova di resistenza anticorrosione in camera umidostatica al 100% di umidità relativa*);
- **resistenza al colpo di pietra (gravellometro):** concentra il colpo di pietra su una superficie minore rispetto alla prova di resistenza all’impatto. Proietta graniglia metallica ad alta pressione contro il supporto verniciato. Sottoposto a condizionamento in nebbia salina per 96 ore, asciugatura e nuova proiezione di graniglia (da quantificare);
- **gloss (unità di misura della brillantezza):** UNI EN 2813:2001 (*Prodotti vernicianti. Determinazione della brillantezza speculare di film di pittura non metallizzata a 20°, 60° e 85°*). Il risultato minimo accettabile è compreso tra 55 e 60 gloss.
- **prove di imbutitura:** UNI EN ISO 20482:2004 (*Materiali metallici – lamiere e nastri - prova di imbutitura Erichsen*). Si intende la profondità espressa in millimetri necessaria al punzone per fare apparire un’incrinatura che interessi tutto lo spessore del provino.
- Acciaio nuovo: i.e. = 10,25
- Acciaio invecchiato: i.e.= 10,70
- Alluminio nuovo: i.e. = 12,65
- Alluminio invecchiato: i.e. 11,65

- resistenza all'abrasione (con abrasimetro Taber - UNI EN 15185 (non incluso nella nota))

Canaletta e rinforzi

La canaletta semplice deve avere al minimo quattro punti di saldatura se realizzati in alluminio e 6 punti se in ferro.

Canaletta semplice

Elemento a forma di omega, stampato, realizzato con asolature ed intagli che permettano l'ancoraggio a tutte le tipologie di sostegni, con tutte le controstaffe da 1 a più bulloni e dovrà essere realizzata per velocizzare il montaggio con un sistema tale da permettere la non rotazione del bullone standard da mm 8 testa mm 13; la canaletta deve avere altezza tale da permettere l'ancoraggio al sostegno senza intaccare il bordo del segnale; lo sviluppo minimo della canaletta semplice dovrà essere in lunghezza di mm 145 e larghezza mm 66 per alluminio e ferro con spessore di:

- Alluminio: minimo 20/10
- Ferro: minimo 10/10

Rinforzo semplice

Tale rinforzo dovrà:

- avere un'altezza che permetta l'ancoraggio al sostegno senza intaccare il bordo del segnale;
- impedire mediante appositi accessori la rotazione dei bulloni di almeno mm 8 con testa da 13 mm;
- per motivi antinfortunistici i punti di tranciatura o intaglio non devono presentare pericoli di taglio;
- per sicurezza il rinforzo semplice dovrà essere dotato di un sistema che impedisca dopo l'installazione lo scorrimento orizzontale. Elemento a doppia piega con funzione di permettere l'ancoraggio del supporto segnaletico; il rinforzo dovrà inoltre conferire rigidità al supporto segnaletico e per una facilità di montaggio il rinforzo semplice non dovrà avere interassi fissi e l'installazione dovrà essere libera mediante scorrimento per almeno l'85% della lunghezza complessiva della base del

segnale (fatta eccezione per dischi, triangoli, ottagoni e frecce). I punti di adesione del rinforzo con la superficie del supporto devono essere a non più di 30 mm dal bordo del rinforzo e ripetuti ogni 160 mm, come requisito minimo.

Rinforzo speciale

Tale rinforzo dovrà:

- avere un'altezza che permetta l'ancoraggio al sostegno senza intaccare il bordo del segnale;
- impedire mediante appositi accessori la rotazione dei bulloni da 10 mm con testa da 17 mm;
- per motivi antinfortunistici i punti di tranciatura o intaglio non devono presentare pericoli di taglio;
- per sicurezza il rinforzo speciale dovrà essere dotato di un sistema che impedisca dopo l'installazione lo scorrimento orizzontale;
- il rinforzo speciale si differenzia dalla traversa di giunzione solo dalle asolature laterali atte al fissaggio della traversa stessa con apposito accessorio. Il rinforzo speciale ha lo scopo di permettere l'ancoraggio del supporto segnaletico alla traversa di giunzione e da questi al sostegno (palo). Inoltre per facilità di montaggio il rinforzo speciale e la traversa non dovranno avere interassi fissi, dovrà essere libera l'installazione mediante scorrimento per almeno l'85% della lunghezza del singolo segnale. Come requisito minimo i punti di adesione del rinforzo con la superficie del supporto devono essere a non più di 30 mm dal bordo del rinforzo e ripetuti ogni 160 mm.

Spessori di canalette e rinforzi

- Gli spessori di canalette e rinforzi in funzione dei materiali ovvero del peso per unità di lunghezza sono i seguenti:
- **Canaletta:** alluminio 20/10 - ferro 10/10
- **Rinforzo semplice:** alluminio 25/10 kg. 0,60 m lineare ferro 10/10 kg. 0,70 m lineare
- **Rinforzo speciale:** alluminio 25/10 kg. 0,84 m lineare

Per le relative tolleranze si veda il paragrafo "Tolleranze degli spessori"

Costruzione dei segnali da assemblare in più pezzi

La misura massima di un cartello realizzato in pezzo unico deve essere di 3.000 mm x 1.500 mm. Tenendo conto della dimensione di riferimento suddetta, il segnale dovrà essere costruito in più pezzi nel rispetto del numero minimo di elementi assemblabili. Nei casi in cui entrambe le misure superino i 3.000 mm le parti assemblate dei segnali non potranno essere tutte di uguale dimensione e non vi potranno essere più di 2 tipi di misure differenti nella composizione dello stesso. I punti di giunzione nei segnali assemblati non dovranno essere superiori al numero di 3. Per tutti i segnali in più pezzi è consigliata la giunzione orizzontale fino a supporti con base inferiore o uguale a m 3,00. È obbligatoria la giunzione verticale in tutti i cartelli ad utilizzo autostradale. Per tutti i cartelli aventi giunzione verticale è obbligatorio montare le traverse di giunzione. Per permettere un accoppiamento perfetto dei singoli pezzi, l'angolare dovrà essere applicato al segnale in modo da avere una sporgenza interna ed una esterna rispetto al bordo, lasciando tra le due misure un minimo di tiraggio.

2.11.15 Condizioni per l'applicazione delle diverse tipologie di attacchi

Fatti salvi i prodotti previsti all'art. 80 comma 1, tutti gli altri prodotti dovranno rispettare i seguenti sistemi di attacco:

- per misure inferiori o uguali a 200 mm di altezza impiego di due canalette o due rinforzi;
- per misure superiori a 200 mm di altezza impiego di almeno due rinforzi, i quali dovranno essere posizionati con interasse 500 mm e distanza dal bordo max 250 mm.

Caratteristiche prestazionali dei sostegni

Le caratteristiche prestazionali dei sostegni sono descritte nel Paragrafo 11 del presente CSA.

Verifiche prestazionali dei delineatori normali

Il delineatore "supporto o paletto" deve essere realizzato interamente da polietilene ad alta densità, sia nella parte bianca che in quella nera, rendendo solidali tra loro le due

parti in modo permanente in modo da ottenere un unico paletto, onde evitare il distacco della parte nera o con attrezzi o in caso di collisione.

Indipendentemente dalla tecnica adottata per la costruzione:

- la parte di colore bianco deve avere un tenore di **biossido di titanio (TiO₂) almeno del 2%**, realizzata con unico materiale escludendosi operazioni di sovrapposizione di pellicola bianca o altri materiali plastici o verniciatura di colore bianco (art. 6 circ. 13/84 e circ.20/87 ANAS);
- quella di colore nero dovrà essere realizzata mediante **pigmentazione in massa con nero fumo**, ciò significa che deve essere realizzata con unico materiale e non mediante pellicola nera sovrapposta al bianco o verniciatura di colore nero (art. 6 circ. 13/84 e circ.20/87 ANAS);
- verifica visiva di quanto prescritto:
- sezionare trasversalmente il delineatore sia nella parte nera che in quella bianca, il materiale sezionato impiegato deve risultare tutto bianco nella parte bianca e tutto nero nella parte nera.

2.11.16 *Delineatori – Prove di Laboratorio*

1) *Coordinate cromatiche x,y della superficie del delineatore (Visibilità diurna) e fattore di luminanza*

Le misurazioni devono essere effettuate su tre delineatori di margine, in conformità alle procedure specificate nella CIE15, utilizzando l'illuminante normalizzato D65 e alla geometria della CIE 45/0. Il colore deve collocarsi nel box cromatico individuato dalla norma per il colore bianco e il Fattore di luminanza β deve essere $\geq 0,75$.

2) *Requisito statico – Carico al vento*

La prova si esegue, secondo quanto indicato dalla norma, su tre delineatori nuovi dopo essere stati condizionati ad una temperatura di 23 ± 2 °C per 4 ore. Sottoposti a un carico di prova nella direzione del traffico, non si devono danneggiare e non devono mostrare una deformazione permanente $> 5\%$ dell'altezza sopra la linea del suolo a cui sono stati preventivamente fissati.

3) *Requisito materiale – Resistenza all'urto dinamico*

La prova si esegue su tre delineatori nuovi dopo essere stati condizionati ad una temperatura di -20 ± 2 °C per 4 ore. Un sistema con un carico a pendolo colpisce il delineatore in direzione parallela rispetto alla strada con una energia d'urto di 150 Nm. A conclusione della prova i delineatori non si devono danneggiare e non devono mostrare una deformazione permanente $> 5\%$ dell'altezza sopra la linea del suolo a cui sono stati preventivamente fissati. La deformazione deve essere misurata dopo 24 ore dall'avvenuto impatto.

4) *Requisito funzionale – Resistenza all'urto dinamico*

La prova si esegue su tre delineatori nuovi dopo essere stati condizionati ad una temperatura di 23 ± 2 °C per 4 ore. Un sistema con un carico a pendolo colpisce il delineatore in direzione parallela rispetto alla strada con una energia d'urto di 300 Nm. A conclusione della prova i delineatori non si devono danneggiare e non devono mostrare una deformazione permanente $> 5\%$ dell'altezza sopra la linea del suolo a cui sono stati preventivamente fissati. La deformazione deve essere misurata dopo 24 ore dall'avvenuto impatto.

5) *Requisito con collisione – Resistenza all'urto dinamico*

La prova si esegue su delineatori nuovi, installati secondo le istruzioni del fabbricante, aventi una massa di oltre 6 kg. La prova si esegue in impianti specializzati e i risultati espressi in conformità alla UNI EN 12767 (Sicurezza passiva di strutture di sostegno per attrezzature stradali- Requisiti, classificazione e metodi di prova) per le strutture di sostegno non dannose ad una velocità di 70 km/h.

6) *Resistenza alla corrosione;*

La prova si esegue sulle parti metalliche (*se eventualmente presenti*) di tre delineatori nuovi. Le parti devono essere sottoposte alla prova di nebbia salina neutra ad una temperatura di 35 ± 2 °C per una durata di 240 ore. Al termine della prova i campioni non devono mostrare segni di ruggine, rigonfiamenti o variazioni evidenti rispetto ad un campione non trattato.

7) *Invecchiamento naturale.*

La prova si esegue su tre delineatori nuovi per un periodo continuo di 2 anni. I delineatori sono inclinati orizzontalmente di 45° e rivolti in direzione dell'equatore. Al termine della prova si misurano le coordinate cromatiche e il fattore di luminanza delle superfici esposte dei delineatori. Successivamente si sottopongono alla prova di resistenza all'urto dinamico. I delineatori devono mantenere le prestazioni visive indicate per i delineatori nuovi e non devono rompersi a seguito delle prove d'urto.

2.12 Verifiche prestazionali dei dispositivi rifrangenti

Gli artt. 6 e 8 circ. ANAS n. 13/84, prescrivono che i dispositivi rifrangenti:

- 1) devono essere costruiti con metacrilato di metile (prima qualità);
- 2) devono essere realizzati a perfetta tenuta stagna, onde evitare penetrazione di acqua o formazione di condensa alterando i valori di rifrangenza;
- 3) devono garantire la tenuta stagna realizzando la parte posteriore (fondello bianco) in ABS e saldata ad ultrasuoni all'elemento rifrangente;
- 4) devono rispettare valori minimi di rifrangenza misurati a specifiche angolazioni;
- 5) devono essere fissati al delineatore con dispositivi idonei ad impedirne l'asportazione;
- 6) devono essere conformi ai requisiti previsti dalla Norma UNI EN 12899-3 comprovando, con il certificato CE, la conformità dei valori di rifrangenza, la tenuta stagna, l'inalterabilità delle caratteristiche nel tempo (prove di invecchiamento) e le coordinate colorimetriche;
- 7) devono avere una superficie minima di rifrangenza cm^2 60 (art.173 R.E.).

Tutte le caratteristiche prescritte nella circ. ANAS n. 13/84 e nel R.d.E. devono essere mantenute non solo in fase di approvazione del dispositivo rifrangente ma anche in fase di produzione standard.

Perché sia garantito il rispetto della norma è necessario utilizzare materiali di prima scelta, **escludendo l'impiego di materie riciclate.**

(Nota tecnica - I dispositivi rifrangenti possono essere realizzati con stampi a **prismini**, piuttosto che con stampi elettroformati, i quali sono soggetti ad usura dopo poche centinaia di pezzi prodotti. L'uso degli **stampi a prismini**, permette lo sfogo dei gas che si liberano in fase di stampaggio, evitando che gli stessi gas possano intaccare fisicamente la superficie dello stampo. La produzione con elettroformati non è appropriata in quanto i gas

sopra indicati possono provocare danni irreversibili alla superficie prismatica compromettendo la rifrangenza richiesta dalla normativa. Bisogna inoltre considerare che per il settore segnaletico il prismino più idoneo è quello a forma esagonale e non a spigolo cubico. L'uso del prismino esagonale, mantiene inalterate nel tempo le caratteristiche del pezzo stampato, e garantisce che lo stesso raggiunga i valori fotometrici richiesti).

L'art. 173, comma 10, prescrive che in presenza di impedimenti fisici, barriere, muri ecc. i delineatori possono essere sostituiti da elementi rifrangenti fissati ai manufatti aventi le medesime dimensioni e caratteristiche, a condizione che l'altezza da terra degli elementi rifrangenti sia la stessa di quelli inseriti nei delineatori normali. Gli elementi rifrangenti devono essere fissati al supporto mediante attacchi a tasca e/o con sistema che assicuri la inasportabilità.

L'Impresa aggiudicataria deve presentare i campioni di tutti i delineatori certificati CE UNI EN 12899-3, compresi nel progetto o che intende utilizzare, per l'accertamento dei requisiti stabiliti dal presente CSA ed accettazione da parte della Direzione Lavori.

Il committente si riserva la facoltà di prelevare, in qualunque momento, dei campioni per sottoporli alle prove previste dal presente CSA. I delineatori dovranno essere tutti sostituiti a cura e spese dell'Impresa qualora anche uno dei requisiti non rispondesse alle prescrizioni stabilite dal presente CSA.

Catadiottri – Prove di Laboratorio

1) Coordinate cromatiche notturne

Le misurazioni devono essere effettuate su cinque dispositivi rifrangenti in conformità alla procedura CIE 54.2 utilizzando l'illuminante CIE A (Articolo 7 CSA NT). La geometria di misurazione prevede un angolo di illuminazione di 20' e un angolo di osservazione di +5°.

2) Coefficiente di retroriflessione RA

Le misurazioni devono essere effettuate su cinque dispositivi rifrangenti in conformità alla procedura CIE 54.2 utilizzando l'illuminante CIE A (Articolo 7 CSA NT).

3) Resistenza all'urto dinamico;

Portare tre dispositivi rifrangenti ad una temperatura di (-20 ± 2) °C e (23 ± 2) °C per almeno 4 ore . Posizionarli su una lamiera d'acciaio con uno spessore di 15 mm. Colpire le facce dei dispositivi rifrangenti al centro della superficie retroriflettente (eccetto i fori e le giunzioni), con e una sfera d'acciaio del diametro di 20 mm, da una altezza come indicata nel prospetto 8 della norma (200 e 400 mm).

4) Resistenza alla corrosione;

Tre dispositivi rifrangenti devono essere sottoposte alla prova di nebbia salina neutra ad una temperatura di 35 ± 2 °C per una durata di 96 ore. Dopo la prova si deve misurare il coefficiente di retroriflessione RA con un angolo di osservazione di 20' e illuminazione di 5°. Il coefficiente non deve essere minore dell'80% dei valori indicati nel prospetto 4 della norma europea.

2.13 Glossario

Si riportano le definizioni rilevate dalle varie norme UNI EN pubblicate negli ultimi anni e afferenti la segnaletica stradale orizzontale. Sono incluse anche alcune definizioni rilevate dalla letteratura tecnica del settore.

Aderenza: Caratterizzazione dell'attrito (resistenza al movimento relativo tra due corpi a contatto) di una superficie stradale quando misurato in conformità ad un metodo di riferimento .

Adesivo: Sostanza utilizzata per legare il materiale preformato per segnaletica orizzontale al supporto, la cui applicazione può richiedere l'utilizzo di calore [UNI EN 1790:2013, punto 3.3]

Asportabilità: Caratteristica di un materiale preformato per segnaletica orizzontale in grado di essere rimosso intatto o in grandi pezzi, senza lasciare segni permanenti che potrebbero confondere l'utente della strada nelle diverse condizioni atmosferiche [UNI EN 1790:2013, punto 3.2].

Durata di vita funzionale (di un segnale orizzontale): Periodo durante il quale il segnale orizzontale è rispondente a tutti i requisiti prestazionali inizialmente specificati dalle autorità stradali competenti [UNI EN 1436:2008, punto 3.5].

Granuli antiderapanti: Granuli duri di origine naturale o artificiale, utilizzati per conferire proprietà antiderapanti alla segnaletica stradale [UNI EN 1423:2012, punto 3.1.2].

Materiale base per segnaletica orizzontale: Vernice (*Pittura-ndr*), materiale termoplastico o materiale plastico a freddo con un'identificazione univoca, che può comprendere o meno microsfere di vetro premiscelate [UNI EN 1790:2013, punto 3.4]

Materiale plastico a freddo: Materiale per uso segnaletico fornito come mono-componente o a componenti multipli. Secondo il tipo di sistema i componenti sono miscelati tra loro in varie proporzioni e applicati mediante adeguato applicatore. Forma una pellicola coesiva solo in base a un processo chimico [UNI EN 1871:2002, punto 3.3].

Materiale plastico a freddo preformato per segnaletica orizzontale: Materiale plastico a freddopreformato per segnaletica orizzontale, applicato al supporto con l'utilizzo di un adesivo, mentre le caratteristiche fotometriche e colorimetriche e di resistenza allo

slittamento non si modificano in modo significativo durante l'applicazione. [UNI EN 1790:2013, punto 3.1.2].

Materiale preformato per segnaletica orizzontale: Sistema (o prodotto) per segnaletica orizzontale prodotto in fabbrica, in forma di foglio oppure rotolo, in grado di essere applicato al supporto tramite adesivo, primer, pressione, calore oppure mediante una combinazione di questi metodi [UNI EN 1790:2013, punto 3.1].

Materiale termoplastico: Materiale per uso segnaletico privo di solventi, fornito in blocchi, sotto forma di prodotto granulare o in polvere. È riscaldato fino alla fusione quindi applicato mediante apposito applicatore manuale o meccanico. Raffreddandosi forma una pellicola coesiva [UNI EN 1871:2002, punto 3.2].

Materiale termoplastico preformato per segnaletica orizzontale senza materiali da postspruzzare: Materiale preformato per segnaletica orizzontale contenente microsfere, applicato al supporto riscaldando il materiale fino alla temperatura di fusione e senza l'aggiunta di materiali retroriflettenti e/o antiderapanti durante l'applicazione [UNI EN 1790:2013, punto 3.1.3].

Materiale termoplastico preformato per segnaletica orizzontale con materiali da postspruzzare: Materiale preformato per segnaletica orizzontale costituito da materiale termoplastico, applicato al supporto riscaldando il materiale fino alla temperatura di fusione con l'aggiunta di materiali retroriflettenti e/o antiderapanti durante l'applicazione [UNI EN 1790:2013, punto 3.1.4].

Microsfere di vetro: Particelle sferiche di vetro trasparente utilizzate per consentire la visibilità notturna della segnaletica orizzontale mediante la retroriflessione dei raggi incidenti dei proiettori di un veicolo verso il conducente [UNI EN 1423:2012, punto 3.1.1].

Nastro: Materiale multistrato preformato per segnaletica orizzontale, in grado di adattarsi alla struttura del supporto, al quale può essere applicato un adesivo sensibile alla pressione, e in grado di essere incollato al supporto senza l'ausilio del calore mentre le

caratteristiche di resistenza fotometrica e colorimetrica e di resistenza allo slittamento non si modificano in modo significativo durante l'applicazione [UNI EN 1790:2013, punto 3.1.1].

Pittura: Prodotto liquido contenente solidi in sospensione in un solvente organico o in acqua. Può essere fornita come mono-componente o sotto forma di sistema a più componenti. Applicata con pennello, rullo, a spruzzo o mediante qualsiasi altro metodo adeguato produce una pellicola coesiva attraverso il processo di evaporazione del solvente e/o in base a un processo chimico [UNI EN 1871:2002, punto 3.1].

Segnaletica orizzontale profilata (nel senso di segnaletica orizzontale che non consenta la misurazione del fattore di luminanza β e/o del valore SRT): Segnaletica orizzontale con superfici profilate che non dispone di dimensioni e planarità regolari. Questa può essere costituita da motivi, profilature, rilievi casuali o altre caratteristiche [UNI EN 1436:2008, punto 3.6]. In alcuni paesi dell'Unione Europea tale tipo di segnaletica è definita con il termine "*strutturata*".

Segnaletica orizzontale di tipo I e di tipo II: La segnaletica orizzontale di tipo II vanta proprietà specifiche che aumentano la retroriflessione in condizioni di strada bagnata o di pioggia, la segnaletica orizzontale di tipo I non ha necessariamente tali proprietà specifiche [UNI EN 1436:2008, punto 3.7].

Vernice: Prodotto liquido che contiene leganti, solventi e additivi, in cui sono assenti i pigmenti (sostanze insolubili colorate) e le cariche opacizzanti e che, una volta steso, produce una pellicola trasparente o traslucida che lascia intravedere il supporto su cui è applicato.

Tra i principali requisiti prestazionali richiesti dalle norme europee armonizzate, la visibilità diurna e notturna dei vari prodotti e dispositivi segnaletici riveste un ruolo determinante: è il requisito prestazionale che si ripete con maggior frequenza per la caratterizzazione dei vari prodotti come pitture a solvente, prodotti termoplastici, prodotti plastici a freddo, inserti stradali catarifrangenti, pellicole delle varie classi e varie tecnologie utilizzate per la realizzazione della segnaletica orizzontale, dispositivi della segnaletica complementare come i delineatori normali e i dispositivi rifrangenti. Le definizioni dei vari prodotti e dispositivi per la segnaletica stradale sono sviluppate in maniera esaustiva nelle relative

schede del CSA, mentre trasversalmente si citano termini e locuzioni afferenti la fotometria e la colorimetria che necessitano di una coerente e rigorosa definizione per completare il quadro descritto inerente al “sistema segnaletico” installato o da installare nelle strade dello Stato e le prestazioni richieste dal committente .

Le definizioni e le sigle dei principali termini relativi alle nozioni e alle grandezze fotometriche e colorimetriche sono rilevabili nella pubblicazione CIE No. 17.4 “Vocabulaire International de l’Eclairage” e suoi aggiornamenti.

CIE: Commission Internationale de l’Eclairage. E’ la Commissione internazionale per l’illuminazione che ha sede in Austria, a Vienna. E’ un’organizzazione internazionale tecnica, scientifica, culturale, senza scopo di lucro, che ha come finalità la crescita delle conoscenze e lo scambio d’informazioni tra i paesi membri di tutte le questioni che si riferiscono alla scienza e all’arte dell’illuminazione. La CIE è riconosciuta dall’ISO (International Organisation for Standardization) come organismo di standardizzazione internazionale e dal CEN (Comité Européen de Normalisation) come organismo scientifico primario di riferimento.

Flusso luminoso (Φ) - Grandezza derivata dal flusso energetico Φ_e attraverso la valutazione dell’irraggiamento secondo la sua azione sull’osservatore di riferimento fotometrico CIE.

Per la visione fotopica:

$$\Phi = Km \int_0^{\infty} \frac{d\Phi_e(\lambda)}{d\lambda} \cdot V(\lambda) \cdot d\lambda$$

dove:

$(d\Phi_e(\lambda) / d\lambda)$ = ripartizione spettrale energetica;

$V(\lambda)$ = è l’efficacia luminosa relativa spettrale;

Km = è l’efficacia luminosa spettrale massima uguale a 683 lumen/watt in visione fotopica.

L’unità di flusso luminoso è il lumen.

Unità: lm

Candela (cd) “La candela è l’**intensità luminosa**, in una direzione data, di una sorgente che emette irraggiamento monocromatico che ha una frequenza di $540 \cdot 10^{12}$ Hz e la cui intensità energetica nella direzione data è pari a 1/683 watt per steradiano (sr)”.

$$1 \text{ cd} = 1 \text{ lm} / \text{sr}$$

Intensità luminosa *-(di una sorgente in una direzione data)* (I) - Quoziente tra il flusso luminoso $d\Phi$ che si propaga dalla sorgente e l’elemento d’angolo solido contenente la direzione data e passante per l’elemento d’angolo solido:

$$I = d\Phi / d\Omega,$$

dove:

$d\Phi$ = rappresenta il flusso luminoso infinitesimo;

$d\Omega$ = rappresenta l’elemento d’angolo solido infinitesimo.

L’unità d’intensità luminosa è la candela (cd). Per ragioni storiche la candela è l’unità di base fotometrica.

Unità : cd

Illuminamento *(in un punto di una superficie)* (E) - Quoziente tra il flusso luminoso $d\Phi$ ricevuto da un elemento della superficie contenente il punto, e l’area dA dell’elemento di superficie:

$$E = d\Phi / dA$$

L’unità d’illuminazione è il lux (lx) *(Grandezza scalare)*.

Unità : lx = lm/m²

Luminanza*(in una direzione data e in un punto dato di una superficie)* (L) - Quoziente tra l’intensità luminosa nella direzione assegnata e l’area entro cui è compresa l’emissione del flusso. Nel caso in cui l’asse d’osservazione coincide con la normale all’area che emette o riflette il flusso, il coseno dell’angolo α è uguale ad 1.

La luminanza è definita dalla formula:

$$L = d\Phi / dA \cdot \cos\theta \cdot d\Omega$$

dove:

$d\Phi$ = flusso luminoso trasmesso o rinviato attraverso un fascio elementare e passante per il punto dato che si propaga nell’angolo solido $d\Omega$ contenente la direzione data;

dA = è l’area di una sezione del flusso nel punto dato;

θ = l’angolo con la normale alla detta sezione e la direzione del flusso.

L’unità di luminanza si esprime in cd*m⁻²*(grandezza vettoriale)*.

Unità : cd / m²

Valore riflettometrico(R') - Valore misurato per mezzo di un retroriflettometro particolare.

Nota: Il retroriflettometro impiegato dovrà essere specificato. Il valore retroriflettometrico misurato dipende dalle caratteristiche geometriche del retroriflettometro, dall'illuminante, dalla sensibilità spettrale del recettore (tenuto conto anche degli eventuali filtri) e dal campione di riferimento utilizzato.

Coefficiente di intensità luminosa(*misura utilizzata per qualificare i retroriflettori puntuali*)

(R) - Quoziente dell'intensità luminosa I di un retroriflettore nella direzione di osservazione, con l'illuminamento E_⊥ ricevuto per il piano passante per il centro del retroriflettore e perpendicolare alla direzione della luce incidente.

$$R = I / E_{\perp}$$

Unità di misura: cd/lx

Coefficiente di retroriflessione(*Coefficiente areico di intensità luminosa - relativo ad una sorgente piana retroriflettente - ad es. una pellicola*) (R')- Quoziente tra il coefficiente di intensità luminosa (R) di una superficie retroriflettente e la sua area A.

$$R' = R/A = (I/E_{\perp})/A$$

Unità di misura: cd / lx * m²

Nota : questa grandezza è particolarmente utile nel caso di materiale retroriflettente in fogli.

Coefficiente di luminanza(*su un elemento di superficie, in una data direzione, in determinate condizioni di illuminazione*) (q_v ; q) - Rapporto tra la luminanza dell'elemento di superficie in una determinata direzione e l'illuminamento dello stesso.

$$q = L / E$$

Unità di misura: sr⁻¹

Coefficiente di luminanza retroriflessa (Coefficiente di luminanza per riflessione catadiottrica - misura relativa ad una superficie piana orizzontale retroriflettente) (R_L)-

Quoziente tra la luminanza L della superficie retroriflettente nella direzione di osservazione, e l'illuminamento ricevuto attraverso un piano passante per il centro del retroriflettore e perpendicolare alla direzione della luce incidente.

$$R_L = L / E_{\perp} = (cd/m^2)/lx$$

Unità di misura: cd / m² * lx

Coefficiente di luminanza in condizioni di illuminazione diffusa (Q_d)- Quoziente tra la luminanza L dell'area di misurazione in condizioni di illuminazione diffusa e l'illuminazione sul piano dell'area di misurazione.

$$Q_d = L / E = (\text{cd}/\text{m}^2) / \text{lx}$$

Unità di misura: $\text{cd} / \text{m}^2 * \text{lx}$

Riflessione catadiottrica (Retroriflessione) - Riflessione caratterizzata per il rinvio dei raggi luminosi nella direzione opposta alla direzione di provenienza: questa proprietà è conservata per considerevoli variazioni della direzione dei raggi incidenti.

Catadiottro -(Retroriflettore)

Superficie o dispositivo a partire dal quale la gran parte dei raggi luminosi riflessi sono retroriflessi.

Illuminazione diffusa - Illuminazione realizzata in modo tale che la luce che arriva sul piano utile o su un oggetto non proviene da una direzione predeterminata.

Fattore di riflessione (ρ) - Rapporto tra il flusso luminoso incidente e quello riflesso nelle condizioni date.

Fattore di luminanza (β) -Rapporto tra la luminanza di un elemento di superficie nella direzione data e quella di un diffusore perfetto illuminato nelle stesse condizioni.

Sussiste la relazione: $\beta = L_v / L_v, n = Y / 100$

dove

L_v = luminanza del colore considerato;

L_v, n = luminanza del diffusore riflettente ideale illuminato in analoghe condizioni.

Fattore di luminanza percentuale (Y) -Fattore di luminanza β moltiplicato per 100

Visione fotopica -Visione dell'occhio normale quando si è adattato a dei livelli di luminanza di molte candele per metro quadrato.

Nota: i coni sono i principali fotorecettori attivi in visione fotopica.

Visione scotopica - Visione dell'occhio normale quando si è adattato a dei livelli di luminanza inferiore a qualche centesimo di candela per metro quadrato.

Nota: i bastoncelli sono i principali fotorecettori attivi in visione scotopica.

Visione mesopica - Visione intermedia dell'occhio normale tra la visione fotopica e quella scotopica.

Nota: in visione mesopica i coni e i bastoncelli sono attivi.

Illuminanti CIE - Gli illuminanti A, B, C, D65, sono quelli le cui distribuzioni spettrali di energia relativa sono definite dalla CIE. Gli illuminanti sono:

- A: rappresenta la radiazione del corpo nero ad una temperatura assoluta di circa 2856 K (gradi kelvin);
- B: rappresenta la luce solare diretta con una temperatura prossima a 4874 K (obsoleta);
- C: rappresenta la luce media del giorno con una temperatura prossima a 6774 K;
- D65: rappresenta la luce del giorno con una temperatura prossima a 6504 K.

Fattore spettrale di visibilità - (Curva del fattore di visibilità relativa $V(\lambda)$)

Rapporto tra il flusso energetico di lunghezza d'onda λ_m e il flusso di una radiazione monocromatica di lunghezza d'onda λ : le due radiazioni producono (nell'osservatore standard - NdR) delle sensazioni luminose di eguale intensità nelle condizioni fotometriche date e λ_m è scelto affinché il valore massimo del rapporto sia eguale a 1.

$V(\lambda)$ è la funzione che esprime il fattore spettrale di visibilità in visione fotopica;

$V'(\lambda)$ è la funzione che esprime il fattore spettrale di visibilità in visione scotopica.

Sistema tricromatico - Sistema di specificazione degli stimoli di colore attraverso le componenti tricromatiche, basato sulla riproduzione dei colori attraverso miscele additive di tre stimoli colorati di riferimento precedentemente stabiliti.

Componenti tricromatiche - Quantità di tre stimoli dei colori di riferimento che, in un sistema tricromatico dato, sono necessari per riprodurre l'equivalente dello stimolo di colore considerato.

Nota: nel sistema di riferimento colorimetrico CIE, le componenti tricromatiche sono rappresentate con i simboli X, Y e Z (1931).

Coordinate tricromatiche - Rapporto di ciascuna delle tre componenti tricromatiche e la loro somma.

Note:

1 - La somma di tre coordinate tricromatiche è uguale ad 1, due coordinate sono sufficienti per definire un colore.

2 - Nel sistema di riferimento colorimetrico CIE le coordinate tricromatiche sono rappresentate dai simboli x, y e z (1931).

Diagramma colorimetrico - Diagramma piano nel quale i punti definiti attraverso le loro coordinate tricromatiche rappresentano la cromaticità dello stimolo del colore.

Nota: nel sistema di riferimento colorimetrico CIE, si porta abitualmente y in ordinata e x in ascisse per ottenere un diagramma di cromaticità x, y .

Vertici di cromaticità - Coordinate cromatiche dei punti che uniti da segmenti delimitano all'interno del diagramma cromatico un poligono convesso nella cui parte limitata di piano è consentita la variabilità cromatica delle coordinate che individuano il colore.

Angolo visuale - I raggi luminosi provenienti dal mondo esterno formano delle immagini capovolte all'interno del bulbo oculare, sulla superficie sensibile della retina. Nella parte centrale di questa è presente la macchia lutea e all'interno della macchia si trova la fovea, piccola porzione della retina (una fossetta avente un diametro di circa 0.3 mm) in cui si riscontra la maggiore capacità risolutiva, infatti è la zona dove sono addensate il maggior numero di cellule fotosensibili (coni). Il campo visivo che la fovea può abbracciare è di circa 2° .

Osservatore normalizzato CIE 2° - La CIE definì originariamente l'osservatore standard nel 1931 usando un campo visuale di 2° , da cui il nome 2° Osservatore standard (Osservatore che descrive il comportamento della visione foveale). L'osservatore fotometrico CIE è l'osservatore ideale in cui la curva di sensibilità spettrale (fattore spettrale di sensibilità) è conforme alla funzione $V(\lambda)$ per la visione fotopica e $V'(\lambda)$ per la visione scotopica (845-01-23 – Osservatore fotometrico CIE: Osservatore ideale la cui curva di sensibilità spettrale relativa è conforme alla funzione per la visione fotopica e $V'(\lambda)$ per la visione scotopica, e che soddisfa alla legge di addizione implicata nella definizione dei flussi luminosi).

Angolo di osservazione - (Misure di retroriflessione - Parametro fotometrico di un segnale orizzontale illuminato dai proiettori di un veicolo).

Angolo compreso tra la direzione centrale di misurazione (l'osservatore virtuale) e il piano dell'area di misurazione.

Simbolo (EN 1436) : α

Angolo di divergenza - (di un retroriflettore) Angolo compreso tra la direzione di osservazione del retroriflettore e la direzione della luce incidente.

Simbolo : α

Angolo di illuminazione - (Misure di retroriflessione - Parametro fotometrico di un segnale orizzontale illuminato dai proiettori di un veicolo).

Angolo compreso tra la direzione centrale di illuminazione e il piano dell'area di misurazione.

Simbolo (EN 1436) : ε

Angolo di illuminazione - (*di un retroriflettore*) Angolo caratterizzato dalla posizione angolare del retroriflettore in rapporto alla direzione della luce incidente

Nota: per un retroriflettore piano, l'angolo di illuminazione corrisponde generalmente all'angolo d'incidenza.

Simbolo : β

Geometria 45/0 - Per la misura delle proprietà ottiche dei materiali la CIE ha definito le diverse condizioni geometriche con cui operare, infatti la misura della grandezza è in funzione della geometria dello strumento di misura. La norma EN 1436 indica la geometria 45/0 per la determinazione del Fattore di luminanza e delle Coordinate cromatiche. Tale geometria comporta che l'angolo di incidenza del fascio luminoso, rispetto alla normale all'area di misura, è di 45°, mentre l'angolo di osservazione (o di misura o di veduta) è di 0°, coincidendo con la normale alla stessa area di misura.

Tabella 55: Riepilogo delle principali grandezze fotometriche:

| Simbolo | Nome | Nome SI | Simbolo | Unità di misura | Note |
|---------|------------------------------------|---------|-------------------------------|---|--|
| I | Intensità luminosa | candela | cd | 1/sr | sr è il simbolo dell'angolo solido steradiano. |
| Φ | Flusso luminoso | lumen | lm | $4\pi I$ | 4π steradiani è la misura dell'angolo solido. |
| E | Illuminamento | lux | lx | I/r^2 $r^2 =$ quadrato della distanza normale tra la sorgente e la superficie illuminata | (Grandezza scalare) |
| L | Luminanza | nit | nt I/A A= Area in m^2 | cd/m^2 | (Grandezza vettoriale) La misura si effettua lungo la direzione che congiunge la fonte di luce all'osservatore. |
| | | stilb | sb A=Area in cm^2 | cd/cm^2 | |
| R | Coefficiente di intensità luminosa | | I / E_{\perp} | cd/lx | Determinazione delle caratteristiche fotometriche di dispositivi catadiottrici |

| | | | | | |
|----|--|--|----------------------------------|--|--|
| | | | | | puntuali (gemme catadiottriche) |
| R' | Coefficiente di retroriflessione | | R/A A= Area in m ² | cd/lx * m ² | Determinazione delle caratteristiche fotometriche di dispositivi catadiottrici con superficie estesa disposti verticalmente (pellicole) |
| RL | Coefficiente di luminanza retroriflessa | | L / E _⊥ | cd / m ² * lx o mcd / m ² * lx | Determinazione delle caratteristiche fotometriche di dispositivi catadiottrici con superficie estesa disposti orizzontalmente (pitture) con l'illuminante A (visione notturna) e geometria di illuminazione e osservazione data. |
| q | Coefficiente di luminanza | | L / E | | |
| Qd | Coefficiente di luminanza in condizioni di illuminazione e diffusa | | L / E | cd / m ² * lx o mcd / m ² * lx | Determinazione delle caratteristiche fotometriche di dispositivi catadiottrici con superficie estesa disposti orizzontalmente (pitture) con l'illuminante D65 (visione diurna - illuminazione diffusa) e geometria di osservazione data. |

Definizioni rilevate dal "Vocabulaire electrotechnique International" Chapitre 845 – Eclairage. Publication 50(845) – CIE Publication 17.4

3 CALCESTRUZZI ED ACCIAI PER CA

Le prescrizioni contenute nel presente Capitolato Speciale di Appalti applicano ai conglomerati cementizi per usi strutturali e non, armati e non, per opere in cemento armato normale per la realizzazione di strutture gettate in opera o prefabbricate sia all'aperto che in sotterraneo.

Il presente Capitolato Speciale di Appalto specifica inoltre i requisiti, le caratteristiche prestazionali, le modalità di accettazione e di controllo dei calcestruzzi e degli acciai per la realizzazione delle opere in CA lungo le infrastrutture stradali della rete di competenza del committente.

Soluzioni alternative o innovative, sono considerate ammissibili solo quando sia dimostrabile e garantibile la parità o la superiorità ai requisiti prestazionali oltre specificati e/o la convenienza economica per il committente, nell'adozione del sistema innovativo.

3.1 Conglomerati Cementizi

3.1.1 Prescrizioni per la durabilità delle opere in calcestruzzo

Secondo il D.M. 14/01/2008, la **durabilità delle opere in calcestruzzo** è la capacità di mantenere entro limiti accettabili per le esigenze di esercizio i valori delle caratteristiche fisico-meccaniche e funzionali in presenza di cause di degradazione, per tutta la vita nominale prevista in progetto.

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

Secondo quanto previsto nel § 11.2.11 del D.M. 14/01/2008, il progettista, valutate opportunamente le condizioni ambientali di impiego dei calcestruzzi, ha fissato le prescrizioni in termini di caratteristiche del calcestruzzo da impiegare, di valori del copriferro e di regole di maturazione dei getti.

Al fine di soddisfare le richieste di durabilità in funzione delle condizioni ambientali, si è fatto riferimento alle norme UNI EN 206 ed UNI 11104 e, in particolare, alle classi di

esposizione riportate nel prospetto 1 della EN 206/1 ed ai valori limite per la composizione e per le prestazioni riportate nel prospetto 4 della UNI 11104 (vedi successivo par. 3.1.2).

Inoltre, ai fini di preservare le armature metalliche da qualsiasi fenomeno di aggressione ambientale, lo spessore di **copriferro** da prevedere in progetto, cioè la misura tra la parete interna del cassero e la parte più esterna della circonferenza della barra più vicina, dovrà rispettare allo stesso tempo le indicazioni della UNI EN 1992-1-1 (Eurocodice 2) al § 4.4.1 ed al § C4.1.6.1.3 della Circolare esplicativa 617, garantire l'aderenza e la trasmissione degli sforzi tra acciaio e calcestruzzo e, se del caso, assicurare la resistenza al fuoco della struttura o dei singoli elementi interessati.

In caso di **formazioni di fessure nel copriferro**, la massima apertura superficiale ammessa senza dover ricorrere alle operazioni di ripristino, sarà funzione della classe di esposizione della struttura.

Salvo diversa indicazione, potranno prendersi come riferimento i limiti riportati al §4.1.2.2.4 del D.M. 14-01-2013, incrementati di 0,1 mm per tener conto che essi si riferiscono al valore dell'apertura della fessura in corrispondenza dell'armatura e non in superficie:

per **armature poco sensibili** (acciai per c.a. non precompresso, inossidabili, zincati o rivestiti con specifici prodotti tipo UNI EN 1504-7):

< 0,4 + 0,1 mm: per classi di esposizione X0, XC1, XC2, XC3, XF1;

< 0,3 + 0,1 mm: per classi di esposizione XC4, XD1, XS1, XA1, XA2, XF2, XF3;

< 0,2 + 0,1 mm per classi di esposizione XD2, XD3, XS2, XS3, XA3, XF4;

Qualora si rilevino in superficie fessure di apertura superiori ai limiti sopra indicati, l'Impresa dovrà provvedere a sua cura a:

per aperture < 0,1mm: nessun intervento;

per aperture superiori a 0,1 mm ma < 0,4 mm: rivestimenti impermeabili ad acqua e CO₂ conformi a UNI EN 1504/2;

per aperture > 0,4 mm: sigillatura delle fessure mediante prodotti da iniezione conformi a UNI EN 1504-5 ed eventuali rivestimenti impermeabili ad acqua e CO₂ conformi a UNI EN 1504/2.

NOTA Nei **casi di danni più severi o per particolari criticità della struttura**, eventuali interventi di demolizione e rifacimento delle strutture danneggiate potranno essere disposti dalla Direzione Lavori dopo opportuno approfondimento di indagini sullo stato fessurativo della struttura.

Le suddette prescrizioni saranno applicate anche a tutti gli elementi prefabbricati.

3.1.2 Tipologie e requisiti dei calcestruzzi a prestazione garantita

Le materie prime utilizzate devono rispondere ai requisiti del § 11 del DM 14-01-2008 e saranno caratterizzate secondo quanto riportato in Appendice 14.

I **conglomerati cementizi** sono confezionati a prestazione garantita forniti a piè d'opera, con classi di esposizione indicati negli elaborati progettuali secondo norma UNI EN 206e UNI 11104 in conformità al D.M. 14/01/2008 per qualsiasi classe di resistenza e confezionati a norma di legge anche se debolmente armati (fino ad un massimo di 30 kg per m³) confezionati con cemento, inerti acqua ed eventuale aggiunta di additivi, aggiunte minerali e fibre.

Si farà riferimento alle **classi di resistenza**, così come definite al § 4.1 delle Norme Tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 14/01/2008 .

In particolare, relativamente alla **resistenza caratteristica convenzionale a compressione**, il calcestruzzo verrà individuato mediante la simbologia **C(X/Y)**, dove:

- **X** è la resistenza caratteristica a compressione misurata su **provini cilindrici** (f_{ck}), con rapporto altezza/diametro pari a 2;
- **Y** è la resistenza caratteristica a compressione valutata su **provini cubici** di lato 150 mm (R_{ck}).

Nella Tabella seguente sono indicate le tipologie di conglomerato a “prestazione garantita” presenti in progetto in conformità ai requisiti di durabilità indicati nella UNI EN 206 e nella UNI 11104.

Il produttore del calcestruzzo dovrà adottare tutti gli accorgimenti in termini di ingredienti e di composizione dell’impasto per garantire che il calcestruzzo posseda, al momento della consegna in cantiere, la **lavorabilità** prescritta in progetto e riportata per ogni specifica tipologia di conglomerato nella Tabella 2.

Per quanto riguarda gli altri parametri per la caratterizzazione del calcestruzzo allo stato fresco ed indurito si rimanda a quanto indicato nel § 13.2.

Tabella 2 Tipologie di conglomerati cementizi a prestazione garantita e relativi campi di impiego.

| Opere | Classe di esposizione | Classe di resistenza | Dosaggio kg/mc | Classe consistenza | a/c |
|--|-----------------------|----------------------|-------------------|--------------------|-----|
| Viadotti | | | | | |
| Magrone | | C12/15 | 150 | | |
| Pali di fondazione | | | | | |
| Riempimento cls Pozzo | XC2 | C25/30 | 300 | 4 | 0.6 |
| Plinti di fondazione | XC2 | C25/30 | 300 | 4 | 0.6 |
| Elevazione Spalle, pile, muri paraghiaia | XC4-XF2 | C32/40 | 340 | 4 | 0.5 |
| Solette impalcati | XC4-XF4 | C32/40 | 360 | 4 | 0.4 |
| Baggioli | XF2 | C32/40 | 340 | 4 | 0.4 |
| Predalles | XC4-XF4 | C32/40 | 360 | 4 | 0.4 |
| Gallerie artificiali | | | | | |
| Fondazione | XC3 | C28/35 | 320 | 4 | 0.5 |
| Elevazione | XC3 | C28/35 | 320 | 4 | 0.5 |
| Cavalcavia | | | | | |
| Magrone | | C12/15 | 150 | | |
| Riempimento cls Pozzo | XC2 | C25/30 | 300 | 4 | 0.6 |
| Plinti di fondazione | XC2 | C25/30 | 300 | 4 | 0.6 |
| Elevazione Spalle, pile, muri paraghiaia | XC4-XF2 | C32/40 | 340 | 4 | 0.5 |

AUTOSTRADA A31 TRENTO - ROVIGO
TRONCO TRENTO - VALDASTICO - PIOVENE ROCCHETTE

| | | | | | |
|---------------------------------|---------|--------|-----|---|----------|
| Solette impalcati | XC4-XF4 | C32/40 | 360 | 4 | 0.4 |
| Baggioli | XF2 | C32/40 | 340 | 4 | 0.4 |
| Predalles | XC4-XF4 | C32/40 | 360 | 4 | 0.4 |
| Sottovia | | | | | |
| Fondazione | XC3 | C30/37 | 320 | 4 | 0.5 |
| Elevazione | XC3 | C30/37 | 320 | 4 | 0.5 |
| Soletta superiore | XC3-XF4 | C30/37 | 360 | 4 | 0.4 |
| Muri e opere di sostegno | | | | | |
| Fondazione muri | XC2 | C28/35 | 320 | 4 | 0.5 |
| Elevazione | XC2 | C28/35 | 320 | 4 | 0.5 |
| Opere idrauliche | | | | | |
| Tombini in opera | XC2 | C28/35 | 320 | 5 | 0.5 5 |
| Tombini prefabbricati | XC2 | C35/45 | 360 | 5 | 0.4 5 |

NOTE alla Tabella

(*) Per la classificazione delle opere di grande spessore, vedi appresso “calcestruzzi per getti massivi”.

(**) Come previsto al § 5 della UNI 11104, nel caso di calcestruzzi destinati ad opere massive o di calcestruzzi speciali i requisiti di composizione e prestazione devono essere verificati e riconsiderati nei riguardi sia delle classi di esposizione che di specifici criteri di durabilità (es. minimizzazione dosaggio cemento per ridurre rischio fessurazione per calore di idratazione o ritiro igrometrico). In tal caso, eventuali deroghe (es. dosaggi di cemento inferiori ai minimi indicati nella Tabella , raggiungimento della Rck a stagionature più lunghe rispetto ai 28 giorni) possono essere concesse in fase di prequalifica e qualifica delle miscele mediante preventiva definizione e successivo controllo delle caratteristiche prestazionali da capitolato che devono comunque essere raggiunte.

Per quanto riguarda il Dmax, in assenza di altra indicazione, si terranno presenti le seguenti limitazioni:

Dmax < copri ferro;

$D_{max} < \text{interferro minimo} - 5 \text{ mm};$

$D_{max} < \frac{1}{4}$ della sezione minima della struttura.

(****) Si veda paragrafo 14.1.1.1 relativo alla scelta dei cementi raccomandabili in caso di esposizione ad aggressione da parte di cloruri o rischio di alcali reattività.

3.1.3 Calcestruzzi speciali

Per quanto concerne i **calcestruzzi speciali** si individuano:

a) i **calcestruzzi per getti massivi**: laddove per opera “massiva” si intende qualunque volume di calcestruzzo con dimensioni tali da richiedere misure preventive per far fronte alla cospicua generazione di calore dovuta all'idratazione del cemento e alle conseguenti fessurazioni dovute cambiamento di volume, sia in fase di riscaldamento che di raffreddamento del getto. Impiegabili sia per le strutture di fondazione che per quelle in elevazione:

- quando la struttura di fondazione (platea, plinto o trave di fondazione) ha uno spessore superiore a 150 cm;
- quando le strutture o parti di struttura in elevazione (pilastri, pile, muri o setti verticali) hanno spessore o diametro superiore a 80 cm ed altezza superiore a 400 cm.
- Il contenuto minimo di cemento dovrà essere adeguatamente stabilito in modo tale che durante il raffreddamento del conglomerato, dopo la rimozione dei casseri, siano soddisfatte le condizioni di cui al successivo par. 0. “*Gradiente e ritiro termico*”.
- Una prima stima del dosaggio di cemento utilizzabile può essere effettuata imponendo che il riscaldamento del calcestruzzo del nucleo, ipotizzato in condizioni adiabatiche, non superi dopo 3 giorni i 35°C. Dovrà risultare:
- $$\delta T_{3gg} = \frac{c \times q_3}{m \times \rho}$$
- dove:
- $\delta T_{3gg} = 35^\circ\text{C};$

- c = dosaggio di cemento e di eventuali aggiunte di tipo II (kg/m^3) il cui contributo al calore di idratazione nei primi giorni di maturazione non possa considerarsi trascurabile;
- q_3 = calore di idratazione unitario del cemento (kJ/kg) a 3 giorni di maturazione (dato fornito dal produttore di cemento);
- m = peso specifico del calcestruzzo (kg/m^3);
- ρ = calore specifico del calcestruzzo (mediamente pari a $1 \text{ kJ}/\text{kg } ^\circ\text{C}$)
- I cementi con i valori di q_3 più bassi sono classificati nella UNI EN 197-1 e vengono contraddistinti dalla sigla "LH" (Low Heat).
- Si ricorda che, come previsto al § 5 della UNI 11104, nel caso di calcestruzzi destinati ad opere massive, i requisiti di composizione, quali la minimizzazione del dosaggio cemento (per ridurre rischio fessurazione per calore) e la prestazione, devono essere verificati e riconsiderati nei riguardi sia delle classi di esposizione che di specifici criteri di durabilità di idratazione o ritiro igrometrico.
- In tal caso, potranno quindi essere concordate con il progettista e la Direzione lavori eventuali deroghe per dosaggi di cemento inferiori ai minimi indicati nella Tabella 2 precedentemente riportata e nel raggiungimento della R_{ck} a stagionature più lunghe rispetto ai 28 giorni, da verificare in fase di prequalifica e qualifica delle miscele.

b) i **calcestruzzi a ritiro compensato**: che saranno confezionati utilizzando agenti espansivi di tipo non metallico di cui al successivo §0. "Agenti espansivi non metallici", generalmente con dosaggi variabili tra i 20 ed i 40 kg/m^3 .

Ulteriori specifiche sono riportate ai §3.5.2.4e §3.5.3.3

c) i **calcestruzzi leggeri per uso strutturale e non**: sono confezionati con aggregati leggeri minerali artificiali o naturali, con classi di massa volumica secca (tra 800 e 2.000 kg/m^3) e di resistenza a compressione (da LC8/9 e LC80/88). Si farà riferimento a quanto indicato al § 4.1.12 delle Norme Tecniche per le Costruzioni D.M. 14/01/2008, con classi di resistenza ammesse da LC20/22 a LC55/60 e tipo di impiego secondo quanto riportato nella seguente Tabella 4, valida anche per i calcestruzzi di peso normale (minimo C16/20 > 20MPa per strutture armate; minimo C28/35 per strutture armate precomprese);

Tabella 4 Impiego delle diverse classi di resistenza (rif. Tabella 4.1.II delle NTC)

| STRUTTURE DI DESTINAZIONE | CLASSE DI RESISTENZA MINIMA |
|---|------------------------------------|
| Per strutture non armate o a bassa percentuale di armatura (§ 4.1.11 NTC) | C8/10 |
| Per strutture semplicemente armate | C16/20 |

d) i **calcestruzzi proiettati**: posti in opera mediante spruzzo, attraverso una lancia ad aria compressa, contro una superficie di applicazione (supporto), in uno o più strati, in modo da realizzare riporti su elementi costruttivi esistenti o interi elementi bidimensionali (volte, rivestimenti di scarpate, ripristini corticali, ecc.) armati o non armati, senza impiego di casserature. Per i calcestruzzi proiettati la produzione, la messa in opera ed il controllo sono regolati dalle norme UNI EN 14487-1 e UNI EN 14487-2, cui l'Impresa dovrà fare riferimento per quanto non espressamente indicato nel presente Capitolato. In conformità a quanto riportato al § 4 della UNI EN 14487-1, i calcestruzzi proiettati vengono classificati in funzione dei seguenti parametri:

- consistenza della miscela umida (UNI EN 14487-1 § 4.1);
- classe di esposizione (UNI EN 14487-1 § 4.2);
- velocità di sviluppo delle prestazioni meccaniche nel calcestruzzo giovane (UNI EN 14487-1 § 4.3);
- classe di resistenza (UNI EN 14487-1 § 4.4)

Gli **additivi per la proiezione**, che sono delle sostanze, liquide e solide, aggiunte alla miscela base, per consentirne la proiezione e la posa in opera senza centine e casserature, si distinguono in:

- acceleranti di presa e additivi acceleranti di presa non alcalini;
- regolatori di consistenza;

- miglioratori dell'aderenza.

Essi devono risultare conformi alla UNI EN 934-5

Per quanto riguarda i **requisiti composizionali ed i limiti di dosaggio** degli **additivi**, in aggiunta a quanto riportato nella UNI EN 934-5, valgono le seguenti limitazioni:

- 1) contenuto di solfati (espressi come SO_3) $\leq 1\%$;
- 2) per acceleranti a base di silicati di sodio:
 - rapporto in peso $\text{SiO}_2 / \text{Na}_2\text{O} \geq 3,4$;
 - contenuto di cloruri $< 0,1\%$;
 - $\text{pH} \leq 11,5$;
- 3) per conglomerati proiettati esposti ad attacco solfatico:
 - contenuto di alluminati (espressi come Al_2O_3) $\leq 0,6\%$ in peso sul cemento per additivi contenenti alcali;
 - contenuto di alluminati (espressi come Al_2O_3) $\leq 1,0\%$ in peso sul cemento per additivi non alcalini.

Per i controlli specifici relativi ai calcestruzzi special si rimanda ai paragrafi § 3.5.2.4 in fase di qualifica e § 3.5.3.33.5.3 in fase di controlli di accettazione.

I **componenti del calcestruzzo proiettato di riferimento** (cemento, acqua, eventuali aggiunte, aggregati, additivi, fibre, ecc.) dovranno risultare conformi a quanto riportato al paragrafo 3.12.1 nonché alle indicazioni presenti nel prospetto 4 della UNI EN 14487-1.

3.2 Acciai

Articoli di Elenco Prezzi correlati:

Acciai per opere all'aperto:

- B.05.030 ACCIAIO IN BARRE TONDE B450C BARRE AD ADERENZA MIGLIORATA

- B.05.031 SOVRAPPREZZO PER IL RIVESTIMENTO PROTETTIVO DELLE BARRE
 - B.05.031.a - PER BARRE DI DIAMETRO FINO A 10,00 MM
 - B.05.031.b - PER BARRE DI DIAMETRO DA 10,01 A 15,00 MM
 - B.05.031.c - PER BARRE DI DIAMETRO DA 15,01 A 20,00 MM
 - B.05.031.d - PER BARRE DI DIAMETRO DA 20,01 A 30,00 MM
 - B.05.031.e - PER BARRE DI DIAMETRO DA 30,01 A 40,00 MM
 - B.05.040 TONDINO IN ACCIAIO INOX CLASSE B450C
 - B.05.040.a - PER ACCIAIO AISI 304L
 - B.05.040.b - PER ACCIAIO AISI 316L
 - B.05.050 RETE ELETTROSALDATA
 - B.05.050.a - RETE ACCIAIO B450C
 - B.05.050.b - IN ACCIAIO INOX AISI 316L
 - B.05.050.c - IN ACCIAIO INOX AISI 304L
 - B.05.060 SOVRAPPREZZO ALL'ACCIAIO PER ZINCATURA A CALDO
 - B.05.070 SOVRAPPREZZO PERCENTUALE PER IMPIEGO DI ACCIAIO DI CUI AGLI ARTICOLI B.05.030 - B.05.050
 - B.05.070.a - PER QUANTITATIVI UGUALI O INFERIORI A 200 KG
 - B.05.070.b - PER QUANTITATIVI SUPERIORE A 200 KG ED INFERIORE A 500 KG
- Acciai per precompressione:
- B.05.020 TESTATA D'ANCORAGGIO ATTIVA A TESATURA DI TREFOLI O CAVI PER C.A.P.
 - B.05.020.a - FINO A 7 TREFOLI
 - B.05.020.b - DA 8 FINO A 19 TREFOLI
 - B.05.020.c - OLTRE I 20 TREFOLI
 - B.05.021 TESTATA D'ANCORAGGIO PASSIVA A TESATURA DI TREFOLI O CAVI PER C.A.P.
 - B.05.021.a - FINO A 7 TREFOLI
 - B.05.021.b - DA 8 FINO A 19 TREFOLI
 - B.05.021.c - OLTRE I 20 TREFOLI

- B.05.022 TESTATA D'ANCORAGGIO DI GIUNZIONE A TESATURA DI TREFOLI O CAVI PER C.A.P.
 - B.05.022.a - FINO A 7 TREFOLI
 - B.05.022.b - DA 8 FINO A 19 TREFOLI
 - B.05.022.c - OLTRE I 20 TREFOLI
- B.05.055 FILO X PRECOMPRESSO ACCIAIO DIAM 4 - 12 MM TIPO FP(O.2)K 1450 N/mm²
- B.05.056 TRECCIA X PRECOMPRESSO ACCIAIO QUAL. DIAM. FP(O.2)K 1600 N/mm²
- B.05.057 TREFOLO PER PRECOMPRESSO IN ACCIAIO FP(1)K 1600 N/mm²
- B.05.065 ACCIAIO IN BARRE TIPO DIWIDAG X C.A.P. CON FPYK > 835 N/mm²
 - B.05.065.a - BARRE AVENTI FPYK > 835 N/mm² ED FPTK > 1030 N/mm²
 - B.05.065.b - BARRE AVENTI FPYK > 1080 N/mm² ED FPTK > 1230 N/mm²
- Acciai per opere in sotterraneo:
- C.02.005 ACCIAIO IN BARRE TONDE
 - C.02.005.a - TIPO B450C AD ADERENZA MIGLIORATA PER LAVORI IN SOTTERRANEO
- C.02.014 RETE DI ACCIAIO A MAGLIE ELETTRO SALDATE IN SOTTERRANEO

3.2.1 Caratteristiche tecniche

Le diverse tipologie di **acciaio ordinario per c.a.** ad adherenza migliorata impiegabili, secondo quanto previsto al § 11 del D.M. 14/01/2008, sono:

- **acciaio tipo B450C**
 - barre d'acciaio ($6 \text{ mm} \leq \varnothing \leq 40 \text{ mm}$), rotoli ($6 \text{ mm} \leq \varnothing \leq 16 \text{ mm}$);
 - prodotti raddrizzati ottenuti da rotoli con diametri $\leq 16 \text{ mm}$;
 - reti elettrosaldate: $6 \text{ mm} \leq \varnothing \leq 16 \text{ mm}$;
 - tralicci elettrosaldati $6 \text{ mm} \leq \varnothing \leq 16 \text{ mm}$
- **acciaio tipo B450A**

- barre d'acciaio ($5 \text{ mm} \leq \varnothing \leq 10 \text{ mm}$), rotoli ($5 \text{ mm} \leq \varnothing \leq 10 \text{ mm}$);
- prodotti raddrizzati ottenuti da rotoli con diametri $\leq 10 \text{ mm}$;
- reti elettrosaldate: $5 \text{ mm} \leq \varnothing \leq 10 \text{ mm}$;
- tralicci elettrosaldati $5 \text{ mm} \leq \varnothing \leq 10 \text{ mm}$

Ognuno di questi prodotti deve possedere tutti i requisiti previsti dal D.M. 14/01/2008, che specifica le caratteristiche tecniche che devono essere verificate, i metodi di prova e le condizioni di prova.

Tabella 5 Valori nominali delle tensioni caratteristiche di snervamento f_y nome rottura f_t nom degli acciai B450C e B450A

| | |
|---------------------|-----------------------------|
| $f_{y \text{ nom}}$ | 450 N/mm² |
| $f_{t \text{ nom}}$ | 540 N/mm² |

Gli **acciai inossidabili**, se il loro impiego è previsto in progetto, dovranno rispettare tutte le caratteristiche previste al § 11.3.2.9.1 del D.M. 14/01/2008.

Quando previsto in progetto, gli acciai in barre e le reti di acciaio elettrosaldate dovranno essere **zincate** a caldo. Gli acciai da sottoporre al trattamento di zincatura a caldo dovranno essere caratterizzati da un tenore di silicio inferiore allo 0,03 - 0,04%, oppure compreso nell'intervallo 0,15-0,25%. Il peso del **rivestimento in zinco**, che non dovrà mai discostarsi di $\pm 10\%$ dalla quantità di 610 g/m^2 di superficie effettivamente rivestita, corrisponderà ad uno spessore di $85 \mu\text{m} \pm 10\%$.

È ammesso esclusivamente l'impiego di **acciai per c.a.p.** qualificati secondo le procedure di cui al § 11.3.1.2 del D.M. 14/01/2008 e controllati (in stabilimento, nei centri di trasformazione e in cantiere) con le modalità riportate nel § 11.3.3.5 del succitato D.M. Gli acciai per c.a.p. possono essere forniti in rotoli (fili, trecce, trefoli), in bobine (trefoli), in fasci (barre). I **fili** possono essere tondi o di altre forme; vengono individuati mediante il diametro nominale o il diametro nominale equivalente riferito alla sezione circolare

equipesante. Le **barre** possono essere lisce, a filettatura continua o parziale, con risalti; vengono individuate mediante il diametro nominale.

Tabella 6 Proprietà meccaniche, garantite dal produttore degli acciai per c.a.p.

| Tipo di acciaio | Barre | Fili | Trefoli | Trefoli a fili sagomati | Trecce |
|--|-------|-------|---------|-------------------------|--------|
| Tensione caratteristica di rottura f_{ptk} N/mm ² | ≥1000 | ≥1570 | ≥1860 | ≥1820 | ≥1900 |
| Tensione caratteristica allo 0,1 % di deformazione residua $f_{p(0,1)k}$ N/mm ² | ----- | ≥1420 | ----- | ----- | ----- |
| Tensione caratteristica all'1 % di deformazione totale $f_{p(1)k}$ N/mm ² | ----- | ----- | ≥1670 | ≥1620 | ≥1700 |
| Tensione caratteristiche di snervamento f_{pyk} N/mm ² | ≥800 | ----- | ----- | ----- | ----- |
| Allungamento sotto carico massimo A_{gt} | ≥3,5 | ≥3,5 | ≥3,5 | ≥3,5 | ≥3,5 |

Gli **ancoraggi** terminali dell'armatura di precompressione dovranno essere conformi alle specifiche di progetto, composti essenzialmente da piastre di ripartizione e apparecchi di bloccaggio.

3.3 Casseforme

3.3.1 Caratteristiche tecniche

Per le caratteristiche e l'utilizzo delle **casseforme** si farà riferimento a quanto indicato ai §§ 4.1 e 4.2 delle "Linee Guida per la messa in opera del calcestruzzo strutturale e per la valutazione delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo" pubblicate dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici (febbraio 2008).

Nella progettazione e nella esecuzione delle **armature di sostegno** delle centinature e delle attrezzature di costruzione, l'Appaltatore è tenuto a rispettare le norme, le prescrizioni ed i

vincoli che eventualmente venissero imposti da Enti, Uffici e persone responsabili riguardo alla zona interessata ed in particolare:

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

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

È prescritto l'uso di **casceformemetalliche** o di **materiali fibro-compresi** o **compensati**; in ogni caso, esse dovranno avere dimensioni e spessori sufficienti ad essere opportunamente irrigidite o controventate, per assicurare l'ottima riuscita delle superfici dei getti e delle opere e la loro perfetta rispondenza ai disegni di progetto.

Nel caso di eventuale utilizzo di **casceforme in legno**, l'Impresa dovrà 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.

I prodotti **disarmanti** dovranno essere conformi alla normativa vigente (fino a nuova pubblicazione fare riferimento alla UNI 8866, ritirata senza sostituzione).

3.4 Malte E Calcestruzzi Da Ripristino Strutturale E Protezione

3.4.1 Caratteristiche tecniche

Per quanto riguarda gli interventi adeguamento, miglioramento o riparazione ed intervento locale trovano impiego le **malte e calcestruzzi da ripristino strutturale e protezione**.

Dovendo ripristinare o incrementare la **durabilità** della struttura degradata alle classi di esposizione previste nella UNI EN 206 e UNI 11104, in assenza di rivestimenti impermeabili, i prodotti da ripristino a base cementizia dovranno rispettare, in termini di resistenza meccanica, quanto previsto da suddette norme. Pertanto, per una durabilità fino a 50 anni, si dovranno garantire **classi di resistenza minime** da 30 a 45 MPa in funzione della **classe di**

esposizione ambientale. Per lo **spessore del copriferro** da ripristinare varrà quanto già indicato al successivo par. **Error! Reference source not found.**

Nel caso di **prodotti a base cementizia**, uno dei requisiti fondamentali è l'espansione contrastata in aria (vedi successivo par.0) garantita dall'impiego di agenti espansivi non metallici (vedi successivo par.0), solitamente combinati con additivi antiritiro (vedi successivo par. 0) e microfibre sintetiche (ad esempio: poliacrilonitrile), per contrastare le fessure in fase plastica.

Nel caso di prodotti in cui sia necessario incrementare la resistenza a trazione in fase *post* fessurativa e la duttilità del materiale, si ricorre all'impiego di prodotti fibrorinforzati con macrofibre (tipicamente 20-40 mm), in acciaio o polimeriche, ad elevata resistenza ed alto modulo elastico (es. PVA o poliestere).

Nella seguente Tabella 7 vengono sintetizzate le combinazioni delle varie categorie di prodotto (boiacche, malte, betoncini e calcestruzzi) ed il metodo di messa in opera in funzione dello spessore da ripristinare.

Tabella 7: Categoria e tecnica di applicazione dei prodotti da ripristino in funzione dello spessore da ripristinare

| | | DEGRADO | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------|-----------|---|---|---|-------|----|----|----|----------|----|----|----|----|----------------|------|
| | | Lieve | | | Medio | | | | Profondo | | | | | Molto profondo | |
| | | 1 | 3 | 8 | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 | >100 |
| Spessore ripristino (mm) | | | | | | | | | | | | | | | |
| TECNICHE APPLICAZIONE | Iniezione | Boiacche cementizi e e formulati con resine | | | | | | | | | | | | | |
| | Rasatura | Malte fini tixotropiche | | | | | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | |
|--|--------------------------|--|--|--|---------------------------|---------------------------|--|--|--|--|--|--|
| | Spruzzo o rinzafo | | | | Malte tixotropiche | | | | | | | |
| | Colaggio | | | | Malte colabili | Betoncini colabili | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | Calcestruzzi (S4)-S5 vibrati o SCC colato | |

NOTE alla Tabella 7

Boiacche: solo legante e filler; **Malte fini:** Dmax fino a 2 mm; **Malte:** Dmax fino a 4-6 mm

Betoncini: Dmax fino a 16 mm; **Calcestruzzi:** Dmax < ¼ sp da ripristinare.

Le **malte premiscelate da ripristino e protezione** hanno requisiti prestazionali sintetizzati nelle Tabelle A.10.1 e A.10.2 di cui all'ALLEGATO 10 par. **Error! Reference source not found.**

I **calcestruzzi da ripristino** rientrano nella categoria dei conglomerati non premiscelati con $D_{max} > 6\text{mm}$ (betoncini e calcestruzzi) da utilizzare con funzione di ripristino strutturale e della durabilità.

Nel caso di riparazione o adeguamento di strutture esistenti, laddove non sia possibile garantire un **copriferro** adeguato, per spessore e caratteristiche, alla classe di esposizione ambientale ed alla vita utile di servizio dell'opera, è possibile ricorrere all'impiego di **sistemi di protezione delle armature metalliche contro la corrosione**, in forma di **vernici resinose o boiacche cementizie additivate**, da applicare sulla superficie delle barre esistenti e/o di quelle aggiunte.

3.5 *Accettazione E Controlli*

3.5.1 *Controllo delle certificazioni per materie prime e prodotti*

I materiali ed i prodotti per uso strutturale utilizzati per la realizzazione di opere in c.a. e c.a.p. devono rispondere ai requisiti indicati al § 11.1 del D.M. 14/01/2008.

In particolare, per i materiali e **prodotti recanti la Marcatura CE**, sarà onere del Direttore dei Lavori, in fase di accettazione, accertarsi del possesso della marcatura stessa e richiedere ad ogni fornitore, per ogni diverso prodotto, il Certificato, ovvero Dichiarazione di Conformità alla parte armonizzata della specifica norma europea, ovvero allo specifico Benestare Tecnico Europeo, per quanto applicabile.

Al paragrafo 3.12.1 sono riportate le tabelle che sintetizzano i requisiti di prodotto richiesti per le varie materie prime utilizzate (cementi, aggiunte minerali, aggregati, acqua, additivi, agenti espansive, fibre)

Sarà inoltre onere del Direttore dei Lavori verificare che tali prodotti rientrino nelle tipologie, classi e/o famiglie previsti nella detta documentazione.

Per i **prodotti non recanti la Marcatura CE**, il Direttore dei Lavori dovrà accertarsi del possesso e del regime di validità dell'Attestato di Qualificazione (caso B) o del Certificato di Idoneità Tecnica all'impiego (caso C), rilasciato del Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

Ad eccezione di quelli in possesso di Marcatura CE, possono essere impiegati materiali o prodotti conformi ad altre specifiche tecniche, qualora dette specifiche garantiscano un livello di sicurezza equivalente a quello previsto nelle presenti norme. Tale equivalenza sarà accertata attraverso procedure all'uopo stabilite dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, sentito lo stesso Consiglio Superiore.

3.5.2 *Prequalifica e qualifica*

3.5.2.1 *Prequalifica e qualifica dei conglomerati cementizi*

In accordo al D.M. 14/01/2008, per la produzione deiconglomerati cementizi si possono configurare due differenti possibilità:

- **calcestruzzo prodotto senza processo industrializzato;**
- **calcestruzzo prodotto con processo industrializzato.**

3.5.2.2 *Calcestruzzo prodotto senza processo industrializzato*

Tale situazione si configura unicamente nella produzione di quantitativi di miscele omogenee inferiori ai 1.500 m³, effettuate direttamente in cantiere mediante processi di produzione temporanei e non industrializzati.

In tal caso, la produzione deve avvenire sotto la diretta responsabilità dell'Impresa e con la diretta vigilanza della Direzione dei Lavori.

a) Prove di prequalifica

L'Impresa è tenuta ad effettuare la qualificazione iniziale (**prequalifica**) delle miscele per mezzo della "**valutazione preliminare della resistenza**" (§ 11.2.3 del D.M. 14/01/2008) prima dell'inizio della costruzione dell'opera, attraverso idonee prove preliminari atte ad accertare la resistenza caratteristica per ciascuna miscela omogenea di conglomerato che sarà utilizzata per la costruzione dell'opera (indicata nella tabella di cui al succitato § 3.13.1 "Allegato 1 CONTROLLI SUL CEMENTO").

La qualificazione iniziale di tutte le miscele utilizzate deve effettuarsi per mezzo di prove certificate da parte dei **laboratori accreditati** (rif. par.3.5.4).

Nella **relazione di prequalifica**, l'Impresa dovrà fare esplicito riferimento a:

- materiali che si intendono utilizzare, indicandone provenienza, tipo e qualità;
- documentazione comprovante la marcatura CE dei materiali costituenti o altra certificazione volontaria de produttore e relative schede tecniche;
- massa volumica reale s.s.a. ed assorbimento, per ogni classe di aggregato, valutati secondo la Norma UNI EN 1097;
- diametro nominale massimo degli aggregati e studio granulometrico secondo UNI EN 933/1,2;
- tipo, classe e dosaggio del cemento;

- rapporto acqua-cemento;
- massa volumica del calcestruzzo fresco secondo UNI EN 12350/6 e calcolo della resa;
- classe di esposizione ambientale cui è destinata la miscela secondo UNI EN 206 e UNI 11104;
- tipo e dosaggio degli eventuali additivi;
- contenuto di aria della miscela valutata secondo UNI EN 12350/6;
- proporzionamento analitico della miscela e resa volumetrica;
- classe di consistenza del calcestruzzo da asciutta a superfluida valutata secondo UNI EN 12350/1 con i tre metodi delle UNI EN 12350/2,3,4 a seconda del livello di lavorabilità della miscela. Per i calcestruzzi auto-compattanti la consistenza verrà valutata con i metodi previsti nelle UNI EN 12350/9,10,11,12;
- condizioni di stagionatura utilizzate per specifiche verifiche;
- la preparazione, la forma, le dimensioni e la stagionatura dei provini di calcestruzzo secondo UNI EN 12390-1 e UNI EN 12390-2, ovvero altre per specifiche verifiche (es. con temperature analoghe a quelle previste in sito);
- resistenza caratteristica a compressione a 28 giorni (R_{ck}), secondo UNI EN 12390-3 e UNI EN 12390-4;
- curve di resistenza nel tempo (con misure a 2, 7, 14 e 28 giorni, salvo indicazioni differenti da parte della Direzione Lavori);
- caratteristiche dell'impianto di confezionamento e stato delle tarature;
- sistemi di trasporto, di posa in opera e maturazione dei getti.

NOTA Seguendo le indicazioni previste nell'appendice A dalla UNI EN 206/1 relativamente alle prove iniziali, la valutazione della classe di consistenza e della resistenza media a compressione a 28 giorni dovrà essere ripetuta su tre diversi impasti. Il valor medio dei tre prelievi (ciascuno di tre provini) dovrà soddisfare le seguenti relazioni:

- $R_{i\ min} > R_{ck}$

- $R_{cm} > R_{ck} + k$

con k pari al doppio dello scarto atteso in produzione e, quindi, usualmente compreso tra 6 e 12 N/mm² (in assenza di previsioni sullo scarto di produzione, si assumerà il valore più alto pari a 12 N/mm²).

I limiti di accettazione per le varie proprietà sono indicati nella tabella riportata al succitato § 3.13.9 "Allegato 9 CONTROLLI SULLE MISCELE DI CONGLOMERATO CEMENTIZIO ."

La relazione di prequalifica, per ogni classe di conglomerato cementizio che figura nella tabella di cui al citato Allegato 1, dovrà essere sottoposta all'esame della Direzione dei Lavori almeno 30 giorni prima dell'inizio dei relativi getti.

b) Prove di qualifica presso l'impianto

La Direzione Lavori autorizzerà l'inizio dei getti di conglomerato cementizio solo dopo aver esaminato ed approvato detta relazione di prequalifica e dopo aver effettuato in impianto di produzione, in contraddittorio con l'Impresa, tre impasti di prova del calcestruzzo per la verifica dei requisiti di cui alla nella tabella riportata nel succitato Allegato 9 al §3.13.9(prove di qualifica).

Anche l'attività di qualifica dovrà essere effettuata per mezzo di prove certificate da parte dei **laboratori accreditati** (rif. par. 3.5.4).

I laboratori, il numero dei campioni e le modalità di prova saranno quelli indicati dalla Direzione Lavori.

Salvo diversa richiesta della Direzione Lavori, le verifiche previste sulle materie prime nella fase di qualifica sono riportate nelle tabelle dei succitati Allegati da 1 (par. 3.13.1a3.13.8) , mentre quelle previste sui calcestruzzi sono riportate nella tabella di cui al già citato Allegato 9 (par3.13.9).

La verifica sarà completa su una miscela, mentre sulle altre due ripetizioni sarà limitata solo alla verifica delle proprietà principali di cui ai successivi punti 1, 2 e 3.

Le miscele verranno autorizzate solo se:

1. la **classe di consistenza** risulti conforme alla classe richiesta per almeno 60' (salvo richieste aggiuntive in relazione ai tempi di trasporto di cui al successivo par.3.6.2), con una tolleranza di ± 20 mm tra un impasto e l'altro, di consistenza all'interno della classe
2. la **resistenza a compressione** media per ciascun tipo di conglomerato cementizio, misurata alle stesse stagionature delle prove di prequalifica sui provini prelevati dai

tre impasti della prova di qualifica in impianto di confezionamento, non si discosti di $\pm 10\%$ dal valore indicato nella relazione di prequalifica

3. Il valore della **massa volumica** del calcestruzzo fresco non si discosti di più del $\pm 3\%$ da quello nominale impostato a seguito della prequalifica
4. Il **rapporto acqua-cemento** determinato secondo le modalità descritte al precedente par.0 non si discosti di più 0,03 da quello di prequalifica
5. I valori medi degli altri requisiti aggiuntivi di cui al successivo par.0 eventualmente previsti rispettino i limiti di progetto.

I **limiti di accettazione** per le varie proprietà sono indicati nella tabella riportata nel succitato 3.13.9 “Allegato 9. “

In conformità al § 11.2.3 del D.M. 14/01/2008, si ribadisce che la responsabilità della qualità finale del calcestruzzo, che sarà controllata dalla Direzione Lavori secondo le procedure di cui al successivo par.3.5.3, resta comunque in capo all’Impresa.

NOTA Caratteristiche dei materiali e composizione degli impasti, definite in sede di prequalifica e verificate in sede di qualifica, non potranno essere modificati in corso d’opera salvo deroghe eccezionali convenute con la Direzione Lavori. Qualora, eccezionalmente, si prevedesse una variazione dei materiali, la procedura di qualifica dovrà essere ripetuta.

3.5.2.3 Calcestruzzo prodotto con processo industrializzato

Tale situazione è contemplata dal D.M. 14/01/2008 al § 11.2.8, dove si definisce come calcestruzzo prodotto con processo industrializzato il conglomerato realizzato mediante impianti, strutture e tecniche organizzate **sia all’interno del cantiere che in uno stabilimento esterno al cantiere stesso.**

Di conseguenza, in questa fattispecie rientrano, a loro volta, due tipologie di produzione del calcestruzzo, vale a dire:

- calcestruzzo prodotto in impianti industrializzati fissi esterni al cantiere (impianti di confezionamento o di prefabbricazione);
- calcestruzzo prodotto in impianti industrializzati installati nei cantieri (temporanei)

In questi casi, gli impianti devono essere idonei ad una produzione costante, disporre di apparecchiature adeguate per il confezionamento, nonché di personale esperto e di attrezzature idonee a provare, valutare e correggere la qualità del prodotto.

Al fine di contribuire a garantire quest'ultimo punto, gli impianti devono essere dotati di un sistema di controllo permanente della produzione allo scopo di assicurare che il prodotto abbia i requisiti previsti dal D.M. 14/01/2008 e che tali requisiti siano costantemente mantenuti fino alla posa in opera.

NOTA Tale sistema di controllo, chiamato "**controllo della produzione in fabbrica**" (FPC), deve essere riferito a ciascun impianto ed è sostanzialmente differente dall'ordinario sistema di gestione della qualità aziendale al quale, tuttavia, può essere affiancato.

Il sistema di controllo dovrà essere certificato da un organismo terzo indipendente di adeguata competenza e organizzazione, autorizzato dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici e che operi in coerenza con la UNI EN 45012. Quale riferimento per tale certificazione devono essere prese le Linee Guida sul calcestruzzo confezionato, edite dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, allo scopo di ottenere un calcestruzzo di adeguate caratteristiche reologiche, chimiche e meccaniche.

Il sistema di **controllo della produzione in fabbrica** dovrà comprendere le prove di autocontrollo, effettuate a cura del produttore secondo quanto previsto dalle Linee Guida sul calcestruzzo confezionato. L'organismo di certificazione, nell'ambito dell'ispezione delle singole unità produttive, procederà a verificare anche i laboratori utilizzati per le prove di autocontrollo interno. In virtù di tale verifica e sorveglianza del controllo di produzione, le prove di autocontrollo della produzione sono sostitutive di quelle di prequalifica effettuate presso i laboratori di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001.

L'Impresa dovrà comunque consegnare alla Direzione Lavori, prima dell'inizio dei getti, copia del **dossier di prequalifica** (basato sulle prove di autocontrollo di produzione) della miscela o delle miscele di calcestruzzo che verranno impiegate e dell'attestato di

certificazione del sistema di controllo di produzione in fabbrica; qualora le forniture provengano da impianti di confezionamento esterni al cantiere ed estranei all'Impresa, quest'ultima sarà tenuta a richiedere copia dei documenti di cui sopra al produttore di calcestruzzo.

La Direzione Lavori verificherà, quindi, che i documenti accompagnatori di ciascuna fornitura in cantiere riportino gli estremi della certificazione del sistema di controllo della produzione.

Salvo specifica deroga da parte della Direzione dei Lavori, è richiesta, in contraddittorio con l'impresa, la **qualifica** delle miscele presso l'impianto di confezionamento con prove già descritte in 3.5.2.2 b) certificate da parte dei **laboratori accreditati** (rif. par. 3.5.4).

Oltre alle prove di qualifica, saranno obbligatorie **anche prove di prequalifica** come in 3.5.2.2a) certificate da laboratorio accreditato.

3.5.2.4 Qualifica dei calcestruzzi speciali

Relativamente a tutti i **calcestruzzi speciali**, di cui al §3.1.3, anche se prodotti in impianto dotato di certificazione del processo produttivo cui al precedente par. 3.5.2.3, dovranno essere sottoposti a prove di qualifica da parte di **laboratori accreditati** (rif. par. 3.5.4) verificando, oltre a quanto descritto al precedente par.3.5.2.2b), anche i seguenti requisiti aggiuntivi:

a) Nel caso dei **calcestruzzi a ritiro compensato** - in fase di prequalifica - andrà anche verificata l'efficacia dell'agente espansivo in eventuale combinazione con un agente antiritiro ed alle temperature critiche ipotizzate nel periodo di getto secondo il metodo della UNI 8148 riportato al §0. È noto, infatti, che con temperature calde (sopra i 30°C) l'efficacia dell'espansivo viene ridotta, a causa della rapida reazione dello stesso quando il calcestruzzo è ancora in fase plastica mentre, viceversa, con climi molto freddi il ritardo nell'indurimento non permette di sfruttare a pieno il contrasto delle armature. In questi casi, andranno quindi ottimizzati sia il dosaggio dell'agente espansivo sia quello degli additivi regolatore di presa, nonché l'eventuale prolungamento della stagionatura umida del calcestruzzo.

NOTA Si precisa che la UNI 8148 non prevede dei limiti di accettazione, che andranno altresì definiti in base alle specifiche esigenze di progetto. In funzione del sistema espansivo adottato (ad esempio, a base ossido di calcio o solfo alluminato tetra calcico) il

dosaggio di prodotto e l'espansione a breve termine andranno verificate in modo da garantire un ritiro nullo a 90 giorni. In via puramente indicativa, possono essere considerati i seguenti **limiti di riferimento**: a 1 giorno $\geq 400 \mu\text{m}/\text{m}$; a 7 giorni $\geq 200 \mu\text{m}/\text{m}$; a 28 giorni $\geq 100 \mu\text{m}/\text{m}$; a 90 giorni $\geq 0 \mu\text{m}/\text{m}$.

b) Nel caso dei **calcestruzzi fibro-rinforzati** questi dovranno rispondere a quanto riportato nella norma tecnica UNI 11039: "Calcestruzzo rinforzato con fibre d'acciaio; Parte I: Definizioni, classificazione e designazione" ed essere caratterizzati secondo UNI 11039 "Parte II: Metodo di prova per la determinazione della resistenza di prima fessurazione e degli indici di duttilità", ovvero secondo UNI EN 14651, menzionate al par. 0. Nelle prove di prequalifica e qualifica, dovrà essere determinata la **resistenza a trazione residua per lo stato limite di esercizio** (f_{r1k}) e quella **per lo stato limite ultimo** (f_{r3k}) secondo le norme sopra specificate.

Nel caso in cui il calcestruzzo fibro-rinforzato abbia comportamento a trazione di tipo incrudente, i controlli allo stato indurito si limiteranno alla verifica della resistenza a flessione trazione secondo UNI EN 12390/7, con rilievo del grafico sforzo-deformazione nella mezzeria.

NOTA Per le tipologie dei **calcestruzzi fibro-rinforzati** rientranti anche nella categoria di calcestruzzi **a ritiro compensato**, vale in aggiunta quanto riportato al precedente punto a)

- c) Per i **calcestruzzi leggeri per uso strutturale e non** relativamente ai requisiti relativi alle altre materie prime, alle classi di durabilità, i controlli di produzione ed in corso d'opera, vale quanto già definito ai capitoli precedenti per i calcestruzzi di peso normale. Tra i requisiti aggiuntivi da verificare (di cui al par. 0), particolare attenzione meritano quelli legati alla omogeneità e stabilità della miscela allo stato fresco ed alla deformabilità del materiale allo stato indurito (ritiro, deformazione viscosa e modulo elastico).
- d) I **calcestruzzi proiettati** di tipo strutturale permanente (qualsiasi sia la destinazione d'uso) dovranno essere sottoposti, con adeguato anticipo rispetto alla data prevista per l'inizio dei lavori, ad un procedimento di prequalifica e di qualifica, così come di seguito dettagliato.

Il progettista ed il Direttore dei Lavori potranno decidere se richiedere una prequalifica e/o una qualifica preliminari all'impiego di calcestruzzi proiettati, per impieghi di tipo non strutturale o strutturale temporaneo. La fase di qualifica dovrà consistere dalla realizzazione di un campo di prova con l'esecuzione di un simulacro del manufatto da

realizzare, impiegando le stesse attrezzature e manodopera e operando in condizioni analoghe a quelle previste per l'applicazione reale.

In occasione della realizzazione del simulacro, verranno verificate l'attitudine della miscela che si intende impiegare ad essere applicata mediante proiezione, l'idoneità dell'attrezzatura che si intende impiegare e le modalità di proiezione; inoltre, verranno verificate le principali prestazioni del conglomerato proiettato misurate sia su pannelli di prova appositamente prodotti come descritto al § 5.4 della UNI EN 14488-1, sia sul simulacro realizzato.

I prelievi dovranno essere eseguiti con le modalità indicate ai § 5.6 e 5.7 della UNI EN 14488-1; in particolare, si procederà a misurare le seguenti grandezze:

- classe di consistenza del calcestruzzo proiettato di riferimento;
- massa volumica e aria inglobata nel del calcestruzzo proiettato di riferimento;
- dosaggio degli additivi impiegati per la proiezione;
- eventuale dosaggio di fibre;
- verifica dello sfrido;
- resistenza meccanica del calcestruzzo giovane mediante i metodi A e B della UNI EN 14488-2 (se richiesto in progetto);
- resistenza meccanica a compressione (secondo UNI EN 12504-1 su carote estratte dal simulacro e dai pannelli di prova);
- massa volumica del calcestruzzo indurito (secondo UNI EN 12350-6 sulle carote estratte dal simulacro e dai pannelli di prova);
- resistenza a flessione di primo picco, ultima e residua secondo UNI EN 14488-3 (se richieste in progetto e applicabili);
- aderenza per trazione diretta secondo UNI EN 14488-4 (se richiesta in progetto e applicabile)
- capacità di assorbimento di energia secondo UNI EN 14488-5 (se richiesta in progetto e applicabile);

- spessore di calcestruzzo sul supporto secondo UNI EN 14488-6;
- contenuto di fibre secondo UNI EN 14488-5 (se applicabile)

I valori ottenuti dovranno essere confrontati con quelli specificati nel progetto, sulla base dei criteri di conformità riportati al § 7.5 della UNI EN 14487-1.

NOTA In particolare, in fase di qualifica si dovrà verificare l'entità della riduzione delle prestazioni meccaniche alle medie e lunghe stagionature del calcestruzzo con additivi acceleranti di presa e di indurimento rispetto ai valori attesi nella miscela di riferimento senza accelerante. proiezione. Anche dopo le riduzioni rispetto al conglomerato di riferimento, la resistenza a compressione a 28 giorni del conglomerato con additivo accelerante dovrà essere conforme alle specifiche di progetto.

NOTA La **non conformità** di un solo dei parametri sopra elencati comporterà l'esecuzione di una nuova qualifica, eseguita su una miscela adeguatamente modificata.

I risultati delle prove di resistenza meccanica sul calcestruzzo giovane e di massa volumica delle carote, inoltre, serviranno come riferimento per valutare i risultati delle stesse prove durante i controlli in corso d'opera.

NOTA L'accettazione di valori in deroga a quelli specificati è subordinata alla dichiarazione di adeguate garanzie di tipo prestazionale, che saranno quindi soggette a verifica da parte della Direzione Lavori.

NOTA La documentazione fornita non esime comunque il fornitore dall'obbligo di eseguire ulteriori prove ed a presentare la relativa documentazione, qualora il committente le ritenesse necessarie per le esigenze dell'appalto. L'impresa esecutrice, se diversa dal fornitore, resta comunque totalmente responsabile della qualità dell'opera eseguita, anche per quanto possa dipendere dalla effettiva qualità dei materiali stessi.

3.5.2.5 Qualifica delle malte e calcestruzzi da ripristino strutturale e protezione

Le **malte da ripristino strutturale e protezione** dovranno essere marcate CE secondo la serie di norme 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”; in particolare si farà riferimento alle seguenti norme:

- UNI EN 1504-3: per Prodotti da riparazione strutturale e non;
- UNI EN 1504-2: per prodotti per la protezione superficiale;
- UNI EN 1504-5 per i prodotti da iniezione.

Nelle Tabelle A.10.1 e A.9.2 di cui all'ALLEGATO 10 § **Error! Reference source not found.** vengono segnalate le proprietà per le quali si ritiene raccomandabile una verifica in qualifica ed in accettazione della fornitura.

Essendo le **malte premiscelate** in questione prodotti dotati di marcatura CE obbligatoria, le **prove di prequalifica e qualifica** si intendono sostituite dalle prove del controllo del processo produttivo certificato da Ente terzo notificato.

Tuttavia, è facoltà della Direzione Lavori richiedere la verifica sia con prove di laboratorio che con prove applicative in opera, in contraddittorio con l'Impresa, alcune proprietà principali (ad esempio, l'adesione al calcestruzzo del substrato o la stabilità dimensionale della malta), sia in fase qualifica che in fase di controllo di accettazione.

Per i **calcestruzzi da ripristino**, oltre a valere le condizioni di cui ai precedenti paragrafi indicati per i calcestruzzi ordinari, le prove di **prequalifica e di qualifica** dovranno contenere la certificazione di proprietà specifiche, analoghe a quelle richieste nella marcatura CE di malte premiscelate di cui sopra, quali ad esempio l'adesione al substrato, l'espansione contrastata, la penetrazione dei cloruri e dell'anidride carbonica, nonché la resistenza al gelo in base alla classe di esposizione a cui sono destinati.

Nella Tabella A.10.3 di cui al succitato Allegato 10 vengono riportati i controlli aggiuntivi (rispetto a quelli già indicati nella tabella riportata nel già citato Allegato 8) richiesti per questa categoria di calcestruzzi in fase di qualifica.

Relativamente ai **sistemi di protezione delle armature metalliche contro la corrosione**, in forma di vernici resinose o boiacche cementizie additivate, da applicare sulla superficie

delle barre esistenti e/o di quelle aggiunte i suddetti prodotti dovranno essere dotati di marcatura CE ai sensi della UNI EN 1504-7.

3.5.2.6 Qualifica degli acciai

L'**acciaio** deve essere qualificato all'origine, deve portare impresso, come prescritto dalle suddette norme, il marchio indelebile che lo renda costantemente riconoscibile e riconducibile inequivocabilmente allo stabilimento di produzione.

NOTA Si precisa che per tutte le **forniture dichiarate non idonee** (e conseguentemente rifiutate) dalla Direzione dei Lavori, l'Impresa dovrà provvedere a sua cura e spese all'allontanamento dal cantiere ed al rimpiazzo con nuove forniture.

3.5.2.7 Acciaio per c.a.

In cantiere è ammessa esclusivamente la fornitura e l'impiego di acciai saldabili B450C e B450A ad aderenza migliorata qualificati secondo le procedure indicate nel D.M. 14/01/2008 al § 11.3.1.6 e **controllati** con le modalità riportate nei §§ 11.3.2.10 e 11.3.2.11 del citato decreto.

Tutte le forniture di acciaio provenienti dai centri di trasformazione devono essere accompagnate da copia dell'**"Attestato di Qualificazione"**, rilasciato dal Consiglio Superiore dei LL.PP. - Servizio Tecnico Centrale.

I **centri di trasformazione** sono impianti esterni alla fabbrica ed al cantiere, fissi o mobili, che ricevono dal produttore di acciaio elementi base (barre o rotoli, reti, lamiere o profilati, profilati cavi, ecc.) e confezionano elementi strutturali direttamente impiegabili in cantiere (staffe, ferri piegati, gabbie, ecc.), pronti per la messa in opera o per successive ulteriori lavorazioni. Tali centri devono possedere i **requisiti** ed operare in conformità alle **disposizioni** dei §§ 11.3.1.7 e 11.3.2.10.3 del D.M. 14/01/2008.

Per i prodotti provenienti dai centri di trasformazione, è necessaria la **documentazione** atta ad assicurare che le lavorazioni effettuate non hanno alterato le caratteristiche meccaniche e geometriche dei prodotti previste dal D.M. 14/01/2008.

Inoltre, dovrà essere fornita alla Direzione dei Lavori la seguente **documentazione aggiuntiva**:

- certificato di collaudo tipo 3.1 in conformità alla norma UNI EN 10204;
- certificato Sistema Gestione Qualità UNI EN ISO 9001;
- certificato Sistema Gestione Ambientale UNI EN ISO 14001;
- dichiarazione di conformità al controllo radiometrico (che può anche essere inserita nel certificato di collaudo tipo 3.1);
- polizza assicurativa per danni derivanti dal prodotto.

NOTA Le forniture effettuate da un commerciante o da un trasformatore intermedio dovranno essere accompagnate da copia dei documenti rilasciati dal produttore e completati con il riferimento al documento di trasporto del commerciante o trasformatore intermedio. In quest'ultimo caso, per gli elementi presaldati, presagomati o preassemblati, in aggiunta agli "Attestati di Qualificazione", dovranno essere consegnati i certificati delle prove fatte eseguire dal Direttore Tecnico del centro di trasformazione. Tutti i prodotti forniti in cantiere dopo l'intervento di un trasformatore intermedio devono essere dotati di una specifica marcatura, che identifichi in modo inequivocabile il centro di trasformazione stesso, in aggiunta alla marcatura del prodotto di origine.

Per le **barre in acciaio zincato o inossidabile per c.a.**, relativamente all'accettazione delle forniture, si procederà come per gli acciai ordinari.

Per le **barre in acciaio zincato** il produttore, oltre alla documentazione sopra richiesta, per ogni fornitura, dovrà presentare la certificazione attestante che la zincatura è stata realizzata secondo le specifiche che precedono. La Direzione Lavori si riserva di effettuare controlli presso lo stabilimento dove viene effettuato il trattamento di zincatura.

La Direzione dei Lavori, prima della messa in opera, provvederà a verificare quanto sopra indicato; in particolare, controllerà la rispondenza tra la marcatura riportata sull'acciaio con quella riportata sui certificati consegnati. La mancata marcatura, la non corrispondenza a quanto depositato o la sua illeggibilità, anche parziale, rendono il prodotto non impiegabile e pertanto le forniture saranno rifiutate.

3.5.2.8 Acciaio per c.a.p.

È ammesso esclusivamente l'impiego di **acciai per c.a.p.** qualificati secondo le procedure di cui al § 11.3.1.2 del D.M. 14/01/2008 e controllati (in stabilimento, nei centri di trasformazione e in cantiere) con le modalità riportate nel § 11.3.3.5 del succitato D.M.

Tutte le forniture di **fili, barre e trefoli** dovranno essere accompagnate da copia in corso di validità dell'“**Attestato di Qualificazione**” rilasciato dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici - Servizio Tecnico Centrale e dovranno essere **muniti di un sigillo** sulle legature con il marchio del produttore.

3.5.3 Controlli in corso d'opera

Controlli in corso d'opera sui conglomerati cementizi

3.5.3.1 Controlli di accettazione sui conglomerati cementizi

La Direzione dei Lavori eseguirà i **controlli di accettazione**, secondo le modalità e la frequenza indicate ai §§ 11.2.2, 11.2.4 e 11.2.5 del D.M. 14/01/2008, su miscele omogenee di conglomerato come definite al § 11.2.1 del citato Decreto.

Il **prelievo di calcestruzzo** dovrà essere sempre eseguito alla presenza di un incaricato della Direzione dei Lavori il quale, prima di accettare la fornitura e di procedere con i prelievi, dovrà:

- verificare, dal documento di consegna, l'ora di carico e di prevista consegna del calcestruzzo ed accertarsi che l'organizzazione data allo scarico ed alla messa in opera consenta il rispetto dei tempi indicati al successivo par. 3.6.2
- verificare che gli elementi contenuti nel documento di consegna di cui al successivo par.3.6.2 siano conformi alle prescrizioni richieste e respingere il carico in caso di loro mancata corrispondenza;
- controllare che il tipo ed il diametro massimo dell'aggregato corrispondano a quanto richiesto e, in caso di difformità, respingere il carico;
- controllare che la consistenza del calcestruzzo consegnato sia corrispondente a quanto richiesto e specificato sul documento di consegna, ovvero respingere il carico ove essa risultasse di classe diversa.

Il prelievo del conglomerato per i controlli di accettazione si deve eseguire all'uscita della betoniera (non prima di aver scaricato almeno 0.3 m³ di conglomerato e possibilmente a metà del carico), conducendo tutte le operazioni in conformità con le prescrizioni indicate nel D.M. 14/01/2008 e nella norma UNI-EN 206.

Il **numero e la tipologia dei controlli di accettazione** relativi alla classe di resistenza sarà conforme alle due tipologie previste al § 11.2.5 del D.M. 14/01/2008, vale a dire:

- **Tipo A** (impiegato soltanto quando siano previsti quantitativi di miscela omogenea inferiori ai 1500 m³);
- **Tipo B**.

In particolare, i **campioni** di calcestruzzo devono essere preparati con **casseforme** rispondenti alla norma UNI EN 12390-1, confezionati e stagionati secondo le indicazioni riportate nella norma UNI EN 12390-2 e provati presso un laboratorio Ufficiale (autorizzato dal Min. dei LL.PP: per prove secondo legge 106 secondo L. 1086/'71 - DPR 380/'01 - circ. 7617/STC '10), secondo la UNI EN 12390-3. 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, ovvero **cilindrica** con diametro pari a 150 mm ed altezza pari a 300 mm.

Sulla superficie dei provini sarà applicata (annegandola nel calcestruzzo) un'**etichetta** di plastica/cartoncino rigido, sulla quale verrà riportata l'identificazione del campione con inchiostro indelebile; l'etichetta sarà siglata dalla Direzione Lavori al momento del confezionamento dei provini.

Inoltre, la superficie dei provini dovrà essere protetta con apposito coperchio o pellicola plastica, per evitare l'evaporazione dell'acqua fino al momento dello scassero e del trasferimento in ambiente con UR > 95%.

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

1. **Identificazione del campione:**

- tipo di calcestruzzo e relative classi di consistenza, durabilità, resistenza, cloruri e D_{max} ;
 - 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 (ad esempio: muro di sostegno, solaio di copertura, soletta di ponte, ecc.)
2. **Identificazione del cantiere e dell'Impresa appaltatrice**
 3. **Data e ora di confezionamento dei provini**
 4. **Firma della Direzione Lavori**

Al termine del prelievo, si procederà alla **conservazione dei provini** verranno in adeguate strutture predisposte dall'Impresa; gli stessi saranno 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 16 ore (in ogni caso non oltre i 3 giorni). Trascorso questo termine, i provini dovranno essere consegnati presso il **Laboratorio Ufficiale** incaricato di effettuare 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 termostato posto alla temperatura di 20 ± 2 °C ed 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.

Le medesime condizioni dovranno essere garantite dall'impresa nel caso i provini vengano scasserati secondo i tempi sopramenzionati e non inviati immediatamente al laboratorio di prova.

NOTA L'Impresa sarà responsabile delle operazioni di corretta conservazione dei provini campionati e della loro custodia in cantiere prima dell'invio al Laboratorio, nonché del trasporto e della consegna dei provini di calcestruzzo presso detto Laboratorio, unitamente ad una domanda ufficiale di richiesta prove sottoscritta dalla Direzione Lavori, la quale allegherà a tale richiesta, copia del verbale di prelievo.

I **certificati emessi dal Laboratorio Ufficiale** dovranno contenere tutte le informazioni richieste al § 11.2.5.3 del D.M. 14/01/2008.

I limiti di accettazione e la frequenza di verifica delle varie proprietà sono riportati nella tabella di cui al già citato Allegato 9 (par. 3.13.9).

Qualora la Direzione dei Lavori abbia necessita di **prove complementari** (per esigenze legate alla logistica di cantiere, alla rapida messa in servizio di una struttura o di porzioni di essa o alla messa in tensione dei cavi di precompressione) potrà prescrivere l'ottenimento di un determinato valore della resistenza caratteristica in tempi inferiori ai canonici 28 giorni o a temperature di maturazione diverse dai 20 °C. In questi casi, oltre al numero di provini previsti per ciascun controllo di accettazione, sarà confezionata un'ulteriore coppia di provini con le medesime modalità, fatta eccezione per le regole di conservazione dei campioni: questi, infatti, saranno maturati in adiacenza alla struttura o all'elemento strutturale per il quale è stato richiesto un valore della resistenza caratteristica a tempi e/o temperature diversi da quelli standard.

NOTA Si specifica che tali prove complementari non potranno, in alcun caso, sostituire i "controlli di accettazione" sopra definiti.

3.5.3.2 *Controllo della resistenza del calcestruzzo messo in opera*

Nel caso in cui uno o più controlli di accettazione non dovessero risultare soddisfatti, oppure sorgano dubbi sulla qualità e rispondenza ai valori di resistenza prescritti del calcestruzzo già messo in opera, la Direzione Lavori procederà al **controllo della resistenza del calcestruzzo messo in opera** attraverso una serie di prove sia distruttive che non distruttive.

NOTA Tali prove, in ogni caso, non devono intendersi sostitutive dei controlli di accettazione (§ 11.2.6 del D.M. 14/01/2008).

Il valor medio (e quello caratteristico) della resistenza del calcestruzzo in opera (definita come resistenza strutturale) è, in genere, inferiore al valor medio (ed a quello caratteristico) della resistenza dei prelievi in fase di getto maturati in laboratorio (definita come resistenza potenziale).

È accettabile un valore caratteristico della **resistenza strutturale** ($R_{ck, STRUTT}$), misurata con le tecniche distruttive e/o non distruttive ritenute più opportune da parte della D.L. e debitamente trasformata in resistenza cilindrica o cubica, **non inferiore all'85% del valore caratteristico definito in fase di progetto** secondo il D.M. 14/01/2008.

Per la modalità di determinazione della resistenza strutturale si farà riferimento alle norme UNI EN 12504-1:2002, UNI EN 12504-2:2001, UNI EN 12504-3:2005, UNI EN 12504-4:2005, nonché alle Linee Guida per la messa in opera del calcestruzzo strutturale e per la valutazione delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo indurito mediante prove non distruttive pubblicate dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei LL.PP e al § C11.2.6 della Circolare esplicativa alle norme tecniche per le costruzioni.

I limiti di accettazione e la frequenza di verifica delle varie proprietà sono sintetizzati nella tabella riportata nell'Allegato 9 già precedentemente citato (par. 3.13.9).

Le **aree di prova**, da cui devono essere estratti i campioni o sulle quali saranno eseguite le prove non distruttive, devono essere scelte in modo da permettere la valutazione della resistenza meccanica della struttura o di una sua parte interessata all'indagine.

Le aree ed i punti di prova debbono essere preventivamente identificati e selezionati in relazione agli obiettivi; pertanto, si farà riferimento al giornale dei lavori ed eventualmente al registro di contabilità, per identificare correttamente le strutture o porzioni di esse interessate dalle non conformità.

La dimensione e la localizzazione dei punti di prova dipendono dal metodo prescelto, mentre il numero di prove da effettuare dipende dall'affidabilità desiderata nei risultati.

In assenza di altre indicazioni specifiche, per il numero minimo di prove, si potrà far riferimento alla Tabella C8A.1.3a - C8A.1.3b della Appendice C8A delle Circolari esplicative alle norme tecniche delle costruzioni ed alla possibilità, prevista dalla stessa, di sostituire parte delle prove distruttive con metodi non distruttivi opportunamente tarati, come sintetizzato nella tabella di cui all'Allegato 9 già precedentemente citato (par. 3.13.9).

La definizione e la divisione in regioni di prova, di una struttura, presuppongono che i prelievi o i risultati di una regione appartengano statisticamente e qualitativamente ad una medesima popolazione di calcestruzzo.

Nel caso in cui si voglia valutare la capacità portante di una struttura, le regioni di prova devono essere concentrate nelle zone più sollecitate, mentre nel caso in cui si voglia valutare il tipo o l'entità di un danno, le regioni di prova devono essere concentrate nelle zone dove si è verificato il danno o si suppone sia avvenuto.

Le aree e le superfici di prova vanno predisposte in relazione al tipo di prova che s'intende eseguire, facendo riferimento al fine cui le prove sono destinate, alle specifiche norme di cui sopra, contestualmente alle indicazioni del produttore dello strumento di prova.

In linea di massima e salvo quanto sopra indicato, le aree di prova devono essere prive sia di evidenti difetti (vespai, vuoti, occlusioni, ecc.) che possano inficiare il risultato e la significatività delle prove stesse, sia di materiali estranei al calcestruzzo (intonaci, collanti, impregnanti, ecc.), sia di polvere ed impurità in genere.

L'eventuale presenza di materiale estraneo e/o di anomalie sulla superficie non rimovibili deve essere registrata sul verbale di prelievo e/o di prova.

L'assenza di armatura in corrispondenza dei punti di prova di cui al precedente dovrà essere verificata mediante preliminare indagine pacometrica (riferimento norma BS 1881).

In relazione alla finalità dell'indagine, i punti di prelievo o di prova devono essere localizzati in modo puntuale, qualora si voglia valutare le proprietà di un elemento oggetto d'indagine, o casuale, per valutare una partita di calcestruzzo indipendentemente dalla posizione.

3.5.3.3 Controlli aggiuntivi sui calcestruzzi speciali

Oltre ai controlli generali uguali per tipo e frequenza a quelli previsti per i calcestruzzi ordinari D.M. 14/01/2008, sui calcestruzzi speciali andranno previsti anche i seguenti controlli aggiuntivi:

- a) Nel caso dei **calcestruzzi a ritiro compensato** le misure dell'espansione andranno eseguite con il metodo B della UNI 8148, come già riportato ai paragrafi 3.5.2.4e 0

- b) I **calcestruzzi fibro-rinforzati** dovranno essere sottoposto a prove di accettazione in cantiere, secondo quanto previsto nella Tabella 8.1 delle Istruzioni CNR DT 204/2006, che viene di seguito riportata come Tabella 10 del presente Capitolato.

Tabella 10: Prove durante la produzione di calcestruzzi fibrorinforzati (secondo DT 204/2006)

| Oggetto | Proprietà | Metodo | Frequenza |
|------------|--|--|--|
| FRC fresco | Corretta miscelazione e distribuzione omogenea fibre | UNI EN 206 | Ogni giorno di getto di miscela omogenea |
| FRC fresco | Contenuto delle fibre | Peso dopo separazione fibre-matrice UNI EN 14721 (*) | Ogni 50 m ³ di getto di miscela omogenea o almeno 2 controlli al giorno |

| | | | |
|--------------|----------------------------------|--|--------------------|
| FRC indurito | Resistenza di prima fessurazione | Appendice A DT 104 → UNI 11039 o UNI EN 12390/7 a 4 punti per FRC incrudente | Appendice B DT 104 |
| FRC indurito | Resistenze equivalenti | Appendice A DT 104 | Appendice B DT 104 |

NOTE alla Tabella 10

(*) Procedura valida solo per fibre metalliche. Per altro tipo di fibre occorre mettere a punto procedura specifica.

La revisione delle NTC (la cui bozza è ancora all'esame del Cons. Sup. dei LL.PP.) dovrebbe prevedere, al nuovo par. 11.2.12, la possibilità di utilizzare i cls fibro-rinforzati con le riduzioni o in assenza di armatura longitudinale e trasversale convenzionale (solo nel caso di FRC a comportamento incrudente) secondo i metodi di calcolo previsti nel DT 204, non solo per interventi di ripristino (cap.12) ma anche per le nuove costruzioni.

- c) Durante l'applicazione dei **calcestruzzi proiettati**, si procederà ad un controllo sistematico dei parametri riportati nei prospetti 10, 11 e 12 della UNI EN 14487-1, nel rispetto della categoria di ispezione prescritta in progetto. La Direzione Lavori potrà richiedere prove aggiuntive, o frequenze maggiori di controllo rispetto a quelle previste nei suddetti prospetti, in qualsiasi caso ne ravveda la necessità, ovvero in seguito al verificarsi di non conformità. Inoltre, nei controlli in corso di esecuzione, la resistenza a compressione ottenuta dovrà risultare non inferiore al 75% di quella misurata sulle carote ricavate dalla piastra confezionata con il calcestruzzo proiettato di riferimento (non inferiore al 90% per acceleranti di presa non alcalini).

3.5.3.4 Controlli sulle malte e calcestruzzi da ripristino strutturale e protezione

Per il controllo di qualità delle **malte e calcestruzzi da ripristino strutturale e protezione** si farà riferimento a quanto previsto in generale dalla UNI EN 1504-10 "Applicazione in opera di prodotti e sistemi e controllo di qualità dei lavori"; in particolare, per l'applicazione si farà riferimento ai seguenti punti della norma UNI EN 1504-10:

- § 7.2 per la preparazione del substrato in calcestruzzo;
- § 7.3 per la preparazione dell'armatura;
- §§ da 8.2.1 a 8.2.4 per l'applicazione a mano, a spruzzo o per colaggio;
- § 8.2.5 per la stagionatura in accordo con UNI EN 13670-1;
- § 8.2.7 per l'applicazione di eventuali trattamenti superficiali di prodotti conformi a UNI EN 1504-3.

Per le specifiche di controllo qualità verranno considerate le indicazioni riportate al prospetto 4 della UNI EN 1504-10 sintetizzate nelle già citate Tabelle A.10.4 e A.10.5 dell'Allegato 10 par. **Error! Reference source not found.**, relativamente ai soli metodi di rivestimento superficiale, ripristino strutturale e non con malte e calcestruzzo, iniezioni delle fessure.

Per le **malte da ripristino strutturale**, il controllo della resistenza meccanica in cantiere verrà eseguito secondo gli stessi criteri previsti dal D.M. 14/01/2008 per i calcestruzzi ordinari.

Per i **calcestruzzi da ripristino** rientranti anche nella categoria di calcestruzzi a ritiro compensato e/o fibro-rinforzato, vale in aggiunta quanto riportato nel precedente par. 3.5.2.4.

3.5.3.5 Controlli sugli acciai

La Direzione dei Lavori disporrà all'Impresa di eseguire, a proprie spese e sotto il controllo diretto della stessa D.L., i **controlli** di accettazione sull'acciaio consegnato in cantiere in conformità con le indicazioni contenute:

- per l'**acciaio per c.a.**: nel § 11.3.2.10.4 del D.M. 14/01/2008;
- per l'**acciaio per c.a.p.**: nel § 11.3.3.5 del D.M. 14/01/2008.

Il **campionamento** ed il controllo di accettazione dovrà essere effettuato entro 30 giorni dalla data di consegna del materiale. All'interno di ciascun lotto (formato da massimo 30 t)

consegnato e per tre differenti diametri delle barre in essa contenuta, si dovrà procedere al campionamento di tre spezzoni di acciaio, sempre che il marchio e la documentazione di accompagnamento dimostrino la provenienza del materiale da uno stesso stabilimento. In caso contrario, i controlli devono essere estesi agli altri lotti presenti in cantiere e provenienti da altri stabilimenti.

Non saranno accettati fasci di acciaio contenenti barre di differente marcatura.

Qualora la fornitura di elementi sagomati o assemblati provenga da un Centro di trasformazione, la Direzione dei Lavori, dopo essersi accertata preliminarmente che il suddetto Centro di trasformazione sia in possesso di tutti i requisiti previsti al § 11.3.1.7 del D.M. 14/01/2008, potrà usufruire del medesimo Centro di trasformazione per effettuare in stabilimento tutti i controlli di cui sopra. In tal caso, le modalità di controllo sono definite:

- per l'**acciaio per c.a.**: al § 11.3.2.10.4 del D.M. 14/01/2008;
- per l'**acciaio per c.a.p.**: al § 11.3.3.5.3 del D.M. 14/01/2008.

Resta nella discrezionalità della Direzione dei Lavori effettuare tutti gli eventuali ulteriori controlli ritenuti opportuni (quali, ad esempio indice di aderenza e saldabilità).

Nel caso di **forniture giudicate non conformi** dalla Direzione Lavori, queste saranno immediatamente allontanate dal cantiere a cura e spese dell'Impresa, alla quale sarà altresì imputato l'onere delle nuove forniture.

NOTA Prima di procedere alla messa in opera dei **sistemi di precompressione a cavi post-tesi**, l'Impresa dovrà presentare alla Direzione Lavori l'attestazione di deposito presso il Consiglio Superiore dei LL.PP. - Servizio Tecnico Centrale della documentazione prescritta al § 11.5 del D.M. 14/01/2008.

Per i controlli delle **barre in acciaio zincato o inossidabile per c.a.**, in cantiere o nel luogo di lavorazione, nonché per le modalità di prelievo dei campioni da sottoporre a prova si procederà come per gli acciai ordinari.

In particolare, per le **barre in acciaio zincatole** verifiche saranno condotte per unità di collaudo costituite da partite del peso max di 25 t. Oltre alle prove previste al precedentemente, dovranno essere effettuate anche le prove di seguito descritte, per verificare la rispondenza del trattamento di zincatura alle prescrizioni del successivo par. 3.12.3. In primo luogo, la Direzione Lavori procederà in contraddittorio con l'Impresa ad una accurata ispezione visiva della partita per accertare lo stato della zincatura. In presenza di zone scoperte o di altre irregolarità superficiali, le forniture saranno rifiutate e l'Impresa dovrà allontanarle dal cantiere a sua cura e spese. Dovrà essere verificato il **peso dello strato di zincatura**, mediante differenza di massa tra il campione zincato e lo stesso dopo la dissoluzione dello strato di zincatura (metodo secondo *Aupperle*), secondo la Norma UNI EN ISO 1461:1999.

Da ciascuna partita saranno prelevati 9 campioni casuali: sarà determinato il peso medio del rivestimento di zinco su tre dei campioni prelevati; se risulterà uguale o superiore a $610 \text{ g/m}^2 +10\%$, la partita sarà accettata. In caso contrario, la prova sarà estesa agli altri 6 campioni: se, anche per questi ultimi, il peso medio del rivestimento risulterà inferiore a $610 \text{ g/m}^2 -10\%$, la partita sarà rifiutata e dovrà essere allontanata dal cantiere a cura e spese dell'Impresa.

La verifica della **uniformità dello strato di zincatura** sarà effettuata mediante un minimo di 5 immersioni, ciascuna della durata di un minuto, dei campioni in una soluzione di solfato di rame e acqua distillata (metodo secondo *Preece*) secondo la Norma UNI EN ISO 1460:1997. Da ciascuna partita saranno prelevati 9 campioni casuali: saranno sottoposti a prova 3 campioni. Se, dopo 5 immersioni ed il successivo lavaggio, non si avrà nell'acciaio alcun deposito di rame aderente metallico e brillante, la partita sarà accettata. In caso contrario, la prova sarà estesa agli altri 6 campioni:

- se presenterà depositi di rame uno solo dei campioni prelevati, la partita sarà accettata;
- se il numero dei campioni che presentano depositi di rame sarà più di 1, ma comunque non superiore a 3 dei 9 prelevati, la partita sarà accettata, ma verrà applicata una penale al lotto che non possieda i requisiti richiesti; se il numero dei campioni che presentano depositi di rame sarà superiore a 3, la partita sarà rifiutata e dovrà essere allontanata dal cantiere a cura e spese dell'Impresa.

Tutte le prove e le verifiche dovranno essere effettuate a cura dell'Impresa sotto il controllo della Direzione Lavori, presso i **laboratori accreditati** indicati dalla medesima con oneri della certificazione a carico del committente.

3.5.4 Laboratori accreditati e autorizzati

Le **prove di qualifica** eseguite in integrazione alla **Marcatura CE**, nonché le **prove di collaudo o verifica** eseguite sui materiali o sui singoli componenti dei sistemi di protezione acustica, dovranno essere effettuate da **laboratori accreditati** secondo la Norma ISO 17025 da Ente ACCREDIA, da Enti equivalenti europei affiliati all'associazione degli organismi di accreditamento europei EA (<http://www.european-accreditation.org>), ovvero dai **Laboratori Ufficiali** di cui all'art.59 del D.P.R. n.380/2001 (autorizzati dal Min. dei LL.PP: per prove secondo legge 106 secondo L. 1086/'71 - DPR 380/'01 - circ. 7617/STC '10).

NOTA: le prove di accettazione principali, complementari o integrative di cui al paragrafo 3.5.3 possono essere eseguite per legge **solo** dai laboratori Ufficiali di cui all'art.59 del D.P.R. n.380/2001.

3.6 Modalità Di Esecuzione

Per quanto non esplicitamente indicato nella presente sezione e in progetto, in ottemperanza al § 4.1.7 del D.M. 14/01/2008, si farà riferimento alla norma UNI EN 13670-1 "Esecuzione di strutture in calcestruzzo: requisiti comuni" ed alle "Linee Guida per la messa in opera del calcestruzzo strutturale e per la valutazione delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo" pubblicate dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici (febbraio 2008).

L'Impresa esecutrice è tenuta a presentare, 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

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

Inoltre, l'Impresa esecutrice deve verificare l'esistenza della **documentazione di qualifica**, con particolare riferimento alla rispondenza della miscela prevista per il getto alle condizioni di aggressività dell'ambiente, nonché deve prevedere l'elaborazione di una **specifica di stagionatura** delle opere/parti d'opera da realizzare; tale specifica deve essere trasmessa per informazione al committente.

3.6.1 Confezionamento dei conglomerati cementizi

Il confezionamento dei conglomerati cementizi prodotti con **processo non industrializzato** dovrà essere eseguita con gli impianti preventivamente sottoposti all'esame della Direzione Lavori, conformi alle Linee Guida sul calcestruzzo preconfezionato, edite dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei LL.PP., secondo le procedure di prequalifica e qualifica già descritte nei precedenti par. 3.5.2.1

Qualora il calcestruzzo sia prodotto con **processo industrializzato**, non occorrerà alcun esame preventivo dell'impianto da parte della Direzione Lavori, la quale, come già precisato al par. 3.5.2.3 si limiterà ad acquisire la documentazione di prequalifica.

NOTAOve opportuno, la Direzione dei Lavori potrà comunque richiedere, in contraddittorio con l'Impresa, una qualifica della miscela o delle miscele in impianto di preconfezionamento, con prove certificate da parte dei **laboratori accreditati o autorizzati** di cui al par. 3.5.4 .

3.6.2 *Trasporto dei conglomerati cementizi*

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

Per quanto non specificato nel seguito, si farà riferimento alle Linee Guida sul calcestruzzo preconfezionato, del Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei LL.PP.

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

NOTA Ciascuna fornitura di calcestruzzo dovrà essere accompagnata da un documento di trasporto (bolla) conforme alle specifiche del § 7.3 della UNI EN 206, sul quale dovranno essere riportati almeno

- data e ora di produzione;
- data e ora di arrivo in cantiere, di inizio scarico e di fine scarico;
- classe o classi di esposizione ambientale;
- classe di resistenza caratteristica del conglomerato;
- tipo, classe e dosaggio di cemento;
- dimensione massima nominale dell'aggregato;
- classe di consistenza o valore numerico di riferimento;
- classe di contenuto in cloruri;
- quantità di conglomerato trasportata;
- la struttura o l'elemento strutturale cui il carico è destinato.

L'Impresa dovrà esibire detta documentazione alla Direzione dei Lavori

Non saranno ammessi gli autocarri a cassone o gli scivoli.

È facoltà della Direzione Lavori rifiutare carichi di conglomerato cementizio non rispondenti ai requisiti prescritti.

Il **tempo massimo consentito dalla produzione dell'impasto in impianto al momento del getto** non dovrà superare i 90 minuti e sarà onere del produttore riportare nel documento di trasporto l'orario effettivo di fine carico della betoniera in impianto. 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 75 minuti. In questa evenienza, si potrà utilizzare il conglomerato fino a 120 minuti dalla miscelazione, purché esso possenga i requisiti di lavorabilità e resistenza iniziale prescritti.

3.6.3 Posa in opera dei conglomerati cementizi

3.6.3.1 Operazioni preliminari

Le **operazioni di getto** potranno essere avviate solo dopo la verifica degli scavi, delle casseforme e delle armature metalliche da parte della Direzione Lavori.

Al momento della messa in opera del conglomerato, è obbligatoria la presenza di almeno un membro dell'ufficio della Direzione dei Lavori incaricato a norma di legge, oltre che di un responsabile tecnico dell'Impresa.

Prima di procedere alla messa in opera del calcestruzzo, sarà necessario adottare tutti quegli accorgimenti atti ad evitare qualsiasi sottrazione di acqua dall'impasto.

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

I **distanziatori** utilizzati per garantire i copriferri ed eventualmente le reciproche distanze tra le barre di armatura, dovranno essere in plastica o a base di malta cementizia di forma e geometria tali da minimizzare la superficie di contatto con il cassero.

3.6.3.2 *Getto del calcestruzzo*

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

Lo **scarico del calcestruzzo** dal mezzo di trasporto nelle casseforme si effettua applicando tutti gli accorgimenti atti ad evitare la segregazione e favorire il flusso attraverso le armature e le parti più difficili da raggiungere nelle casseforme. L'immissione per mezzo di una tubazione flessibile può facilitare la distribuzione del calcestruzzo.

L'**altezza di caduta libera** del calcestruzzo fresco, indipendentemente dal sistema di movimentazione e getto, **non deve eccedere i 50-80 centimetri**; si utilizzerà un tubo di getto che si accosti al punto di posa o, meglio ancora, che si inserisca nello strato fresco già posato e consenta al calcestruzzo di rifluire all'interno di quello già steso.

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

Nel caso di **getti verticali ed impiego di pompa**, qualora le condizioni operative lo permettano e soprattutto con i calcestruzzi autocompattanti, si suggerisce di immettere il calcestruzzo dal fondo. Questo accorgimento favorisce la fuoriuscita dell'aria e limita la presenza di bolle d'aria sulla superficie. L'obiettivo è raggiunto fissando al fondo della cassaforma un raccordo di tubazione per pompa, munito di saracinesca, collegato al terminale della tubazione della pompa.

E' anche raccomandabile che lo **spessore degli starti orizzontali di getto**, misurato dopo vibrazione non sia maggiore di 30 cm.

Per la **compattazione del getto** verranno adoperati **vibratori** a parete o ad immersione. Nel caso si adoperi il sistema di vibrazione ad immersione, l'ago vibrante deve essere introdotto verticalmente per l'intero spessore del getto fresco, per 5-10 cm in quello sottostante se ancora lavorabile e spostato, da punto a punto nel calcestruzzo, ogni 50 cm circa; la durata della vibrazione verrà protratta nel tempo in funzione della classe di consistenza del calcestruzzo, come dettagliato nella seguente Tabella.

Tabella 11: Relazione tra classe di consistenza e tempo di vibrazione del conglomerato.

| Classe di consistenza | Tempo minimo di immersione dell'ago nel calcestruzzo (s) |
|------------------------------|--|
| S1 | 25 - 30 |
| S2 | 20 - 25 |
| S3 | 15 - 20 |
| S4 | 10 - 15 |
| S5 | 5 - 10 |
| F6 | 0 - 5 |
| SCC | <i>Non necessita compattazione (salvo indicazioni specifiche della D.L.)</i> |

Nel caso di un **calcestruzzo autocompattante senza vibrazione**, è possibile raggiungere una distanza di scorrimento orizzontale di circa 10 metri; tale distanza, comunque, dipende anche dalla densità delle armature.

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

Dal **giornale lavori** del cantiere dovrà risultare la data di inizio e di fine dei getti e del disarmo.

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

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

Per la **finitura superficiale di solette e pavimentazioni**, è prescritto l'uso di **piastre vibranti** o attrezzature equivalenti; la regolarità dei getti dovrà essere verificata con il metodo descritto nella UNI 11146 - Appendice A, impiegando le seguenti tolleranze:

- ± 10 mm su 2 metri per solette o pavimentazioni semplicemente stagiate;
- ± 5 mm su 2 metri per solette o pavimentazioni sottoposte a fratazzatura meccanica

Quando il calcestruzzo deve essere gettato in **presenza d'acqua**, si dovranno adottare tutti gli accorgimenti, approvati dalla Direzione Lavori, necessari ad impedire che l'acqua ne dilavi le superfici e ne pregiudichi la normale maturazione.

NOTA Sarà cura del fornitore 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. La classe di consistenza prescritta verrà garantita per un intervallo di tempo di 30 minuti dall'arrivo della betoniera in cantiere. Trascorso questo tempo, sarà l'Impresa unica responsabile della eventuale minore **lavorabilità** rispetto a quella prescritta.

Nel caso di **calcestruzzi speciali per getti massivi** - in ogni caso - il getto dovrà rimanere, per almeno 4 giorni consecutivi, entro casseri ricoperti dall'esterno con materassini termoisolanti che riducano il gradiente termico tra nucleo e periferia del getto. Quando le superfici non casserate avranno iniziato la fase di indurimento, occorrerà procedere alla stesa dei materassini anche in queste zone. Sarà obbligatorio procedere alla maturazione dei getti (con le modalità di cui al successivo par. 3.6.5) per ulteriori 3 giorni consecutivi alla rimozione dei casseri.

NOTA Qualora dovessero insorgere esigenze particolari, per sospendere la maturazione di **calcestruzzi speciali per getti massivi** esse dovranno essere espressamente autorizzate dalla Direzione Lavori. Qualora, per particolari esigenze costruttive, si debba procedere con una rapida rimozione delle casseforme (immediatamente dopo le 24 ore dal getto, ma comunque sempre su esplicita autorizzazione della Direzione Lavori), la superficie dei getti dovrà essere prontamente ricoperta con fogli di polietilene e materassini coibenti e tale rimarrà per 7 giorni consecutivi.

3.6.3.3 Posa in opera in climi freddi

Al momento della consegna dovrà essere verificato, conformemente a quanto indicato al precedente par.3.5.3.2, che la **temperatura dell'aria e del calcestruzzo fresco non siano minore di 5 °C.**

In **condizioni di temperatura ambientale inferiore**, considerando che tra il termine della miscelazione e la messa in opera si deve prevedere un raffreddamento di 2÷5°C, il getto potrà essere eseguito solo nel caso vengano rispettate le seguenti **prescrizioni**:

- nel caso in cui la temperatura dell'aria sia compresa fra 0°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 10°C, ad esempio mediante un adeguato sistema di preriscaldamento degli inerti e/o dell'acqua di impasto all'impianto di betonaggio, con l'avvertenza che la temperatura raggiunta dall'impasto non sia superiore a 25°C. In alternativa, è possibile utilizzare, sotto la responsabilità dell'Impresa, additivi acceleranti di presa conformi alla UNI EN 934-2 e, se autorizzati dalla D.L., opportuni additivi antigelo;
- per temperature comprese fra -4°C e 0°C, potranno essere eseguiti 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, non si deve procedere all'esecuzione di getti quando la temperatura dell'aria esterna è inferiore a -4°C.

L'Impresa esecutrice deve inoltre adottare le seguenti **ulteriori precauzioni**:

- eseguire opportune protezioni dei getti, per permettere l'avvio della presa ed evitare la dispersione del calore di idratazione;
- eseguire una valutazione del tempo necessario al mantenimento delle casseforme in relazione all'effettivo valore di temperatura ambientale (vedi successivo par.3.6.5.2);
- 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.

NOTA Al fine di poter mettere in atto correttamente e verificare le prescrizioni riguardanti le temperature di getto, occorre che in cantiere sia esposto un termometro in grado di indicare le temperature minime e massime giornaliere.

3.6.3.4 Posa in opera in climi caldi

Se durante le operazioni di getto la temperatura dell'aria supera i 33 °C, **la temperatura dell'impasto dovrà essere mantenuta entro i 25 °C**. Per i getti massivi (di cui al precedente §3.1.3a) tale limite dovrà essere convenientemente diminuito.

Al fine di abbassare la temperatura del calcestruzzo, potrà essere usato ghiaccio in sostituzione di parte dell'acqua di impasto, avendo cura di computarne l'esatta quantità nel calcolo del rapporto a/c (di cui al §0) affinché il valore prescritto non subisca alcuna variazione.

La **temperatura delle casseforme metalliche**, se maggiore di 33°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, si potrà procedere al **raffreddamento degli aggregati** stoccati con getti di acqua fredda, prevedendo un adeguato drenaggio per evitarne il ristagno ed un controllo dell'umidità aggiuntivo per asciugatura, oltre a quello effettuabile mediante le sonde.

Per ritardare la presa e garantire il mantenimento della lavorabilità al getto secondo quanto indicato al par.3.6.3.2, per facilitare la posa e la finitura del conglomerato cementizio potranno essere eventualmente impiegati **additivi ritardanti** di presa conformi alle indicazioni riportate nel par. 0e preventivamente autorizzati dalla Direzione Lavori.

Per i getti in clima caldo e, soprattutto se asciutto e ventilato, dovranno essere adottate le seguenti **precauzioni**:

- esecuzione dei getti al mattino, alla sera o di notte;
- impiego di cementi a basso calore d'idratazione;
- impiego di additivi superfluidificanti per il mantenimento della lavorabilità;
- proteggere adeguatamente le superfici del getto, per evitare eccessive variazioni termiche tra l'interno e la parte corticale dei getti;
- a fine getto, mantenere umide le superfici del calcestruzzo secondo quanto indicato al successivo par. 3.6.5.

Nel caso vengano utilizzati **getti di acqua nebulizzata**, la temperatura della stessa non dovrà essere inferiore di oltre 10°C rispetto a quella della superficie del calcestruzzo.

3.6.3.5 Riprese di getto

La Direzione Lavori avrà la facoltà di prescrivere, ove e quando lo ritenga necessario, che vengano eseguiti i **getti senza soluzione di continuità**, così da evitare ogni ripresa, anche se ciò comportasse il protrarsi del lavoro in giornate festive e la conduzione a turni. In nessun caso, l'Impresa potrà avanzare richieste di maggiori compensi.

Qualora debbano essere previste **riprese di getto**, sarà obbligo dell'Impresa procedere ad una preliminare rimozione, mediante scarifica con martello, dello strato corticale di calcestruzzo già parzialmente indurito. Tale superficie, che dovrà possedere elevata rugosità (asperità di circa 5 mm) verrà opportunamente pulita e bagnata per circa due ore prima del getto del nuovo strato di calcestruzzo.

3.6.3.6 Getto di calcestruzzo fresco su calcestruzzo fresco

L'Impresa dovrà aver verificato, 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.

A tal fine, l'Impresa potrà fare uso di **additivi ritardanti**, in modo da garantire tempi massimi per le interruzioni, senza compromettere le caratteristiche di monoliticità.

3.6.3.7 Getto di calcestruzzo fresco su calcestruzzo indurito

L'impresa 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.

Per l'eventuale utilizzo di **prodotti filmogeni** vale quanto riportato al par.0

Tra le diverse riprese di getto non dovranno presentarsi distacchi, discontinuità o differenze di aspetto e colore. In caso contrario, deve provvedere ad applicare adeguati **trattamenti superficiali** concordati con il committente.

Qualora alla struttura sia richiesta la **tenuta idraulica**, lungo la superficie scarificata verranno disposti dei giunti tipo "water-stop" in materiale bentonitico idroespansivo. I profili "water-stop" saranno opportunamente fissati e disposti secondo le indicazioni progettuali e della Direzione Lavori, in maniera tale da non interagire con le armature.

3.6.4 Casseforme

L'Impresa comunicherà preventivamente alla Direzione Lavori il sistema e le modalità esecutive che intende adottare per realizzare i casseri e le relative opere di sostegno, ferma restando l'esclusiva responsabilità dell'Impresa stessa per quanto riguarda la progettazione e l'esecuzione di tali opere provvisorie e la loro rispondenza a tutte le norme di legge ed ai criteri di sicurezza che comunque possono riguardarle. Il sistema prescelto dovrà comunque essere atto a consentire la realizzazione delle opere in conformità alle disposizioni contenute nel progetto esecutivo.

Nel caso di **casseratura a perdere**, inglobata nell'opera occorre verificare la sua funzionalità, se è elemento portante, e che non sia dannosa, se è elemento accessorio.

Nel caso di **calcestruzzi autocompattanti**, la maggiore spinta sui casseri andrà valutata secondo quanto specificato al § 4.2 delle già citate LL.GG. 2008.

3.6.4.1 Pulizia e trattamento delle casseforme

Prima del getto, le casseforme dovranno essere pulite, per l'eliminazione di qualsiasi traccia di materiale che possa compromettere l'estetica del manufatto quali polvere, terriccio, ecc.

In ogni caso, l'Impresa avrà cura di trattare le casseforme, prima del getto, con idonei prodotti **disarmanti** disposti in strati omogenei continui. Su tutte le casseforme di una stessa opera dovrà essere usato il medesimo prodotto. Qualora sia previsto l'utilizzo di calcestruzzi colorati o con cemento bianco, l'impiego dei disarmanti dovrà essere subordinato a prove preliminari atte a dimostrare che il prodotto non alteri il colore delle superfici.

Le parti componenti i casseri debbono essere a perfetto contatto e sigillate con idoneo materiale per evitare la fuoriuscita di boiaccia cementizia.

Nel caso di utilizzo di **casseforme impermeabili**, per ridurre il numero delle bolle d'aria sulla superficie del getto, si dovrà fare uso di disarmante con agente tensioattivo in quantità controllata e la vibrazione dovrà avvenire contemporaneamente al getto.

3.6.4.2 Predisposizione di fori, tracce e cavità

L'Appaltatore avrà l'obbligo di predisporre, in corso di esecuzione, quanto è previsto nei disegni costruttivi per ciò che concerne fori, tracce, cavità, incassature, ecc., per la posa in opera di apparecchi accessori quali giunti, appoggi, smorzatori sismici, pluviali, passi d'uomo, passerelle d'ispezione, sedi di tubi e di cavi, opere interruttive, sicurvia, parapetti, mensole, segnalazioni, parti d'impianti, ecc..

3.6.5 Stagionatura e disarmo

3.6.5.1 Prevenzione delle fessure da ritiro plastico sulle superfici non casserate

Le **superfici in calcestruzzo non casserate**, al termine della messa in opera e successiva compattazione, devono essere stagionate e protette dalla rapida evaporazione dell'acqua di impasto e dall'essiccamento degli strati superficiali (fenomeno particolarmente insidioso in caso di elevate temperature ambientali e forte ventilazione).

Per consentire una **corretta stagionatura**, è necessario mantenere costantemente umida la struttura realizzata; l'Impresa è responsabile della corretta esecuzione della stagionatura che potrà essere condotta mediante:

- l'applicazione, di specifici film di protezione mediante la distribuzione nebulizzata di **additivi stagionanti (agenti di curing)**, conformemente a quanto già specificato al precedente §0;
- l'irrorazione continua del getto con acqua nebulizzata, con temperature della stessa non inferiori di oltre 10°C rispetto a quelle della superficie del getto;
- la copertura delle superfici del getto con fogli di polietilene, sacchi di iuta o tessuto non tessuto mantenuto umido, in modo che si eviti la perdita dell'acqua di idratazione;
- la creazione attorno al getto, con fogli di polietilene od altro, di un ambiente mantenuto saturo di umidità;
- la creazione, nel caso di solette e getti a sviluppo orizzontale, di un cordolo perimetrale (in sabbia od altro materiale rimovibile) che permetta di mantenere la superficie completamente ricoperta da un costante velo d'acqua.

La costanza della composizione degli **agenti di curing** dovrà essere verificata, a cura della Direzione Lavori ed a spese dell'Impresa, al momento del loro approvvigionamento.

I **prodotti filmogeni** di protezione non possono essere applicati lungo i giunti di costruzione, sulle riprese di getto o sulle superfici che devono essere trattate e/o ricoperte con altri materiali, a meno di non prevedere la loro rimozione prima delle altre applicazioni.

Sarà obbligatorio procedere alla maturazione dei getti per un periodo di tempo non inferiore a quello indicato al prospetto E.1 della UNI EN 13670-1.

Qualora dovessero insorgere esigenze particolari, per sospendere la maturazione esse dovranno essere espressamente autorizzate dalla Direzione dei Lavori.

Per calcestruzzi con classe di resistenza a compressione maggiore o uguale di C40/50, la maturazione deve essere curata in modo particolare.

Qualora sulle superfici orizzontali, quali solette di ogni genere o pavimentazioni, si rilevino **fenomeni di ritiro plastico con formazione di fessure** di apertura superiore a quanto indicato al precedente par. **Error! Reference source not found.**, l'Impresa dovrà provvedere a sua cura e spese alla protezione o alla sigillatura delle fessure come indicato al succitato par.

Di norma, viene esclusa la **accelerazione dei tempi di maturazione con trattamenti termici** per i conglomerati gettati in opera. In casi particolari, la Direzione Lavori potrà autorizzare l'uso di tali procedimenti dopo l'esame e verifica diretta delle modalità proposte, che dovranno rispettare comunque quanto previsto ai seguenti paragrafi.

Resta inteso che, durante il periodo della stagionatura, i getti dovranno essere riparati da possibilità di urti, vibrazioni e sollecitazioni di ogni genere.

3.6.5.2 Rimozione dei casseri e maturazione umida

Si potrà procedere alla **rimozione delle casseforme** dai getti quando saranno state raggiunte le resistenze minime prescritte in progetto per eseguire tale operazione, e comunque dopo un tempo non inferiore ai 3 gg per elementi verticali e a 14 gg per elementi orizzontali (solette). In assenza di specifiche prescrizioni, l'Impresa dovrà attenersi a quanto stabilito all'interno delle Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14/01/2008).

La rimozione dei casseri e dei relativi puntelli, comunque, dovrà essere effettuata non prima che il calcestruzzo, in funzione della classe di resistenza, del tipo di cemento impiegato e delle condizioni ambientali, del tipo di manufatto, abbia raggiunto una

resistenza meccanica adeguata a non subire danni durante e in conseguenza delle operazioni di disarmo.

Normalmente, la permanenza nei casseri a contatto con una superficie in calcestruzzo ne assicura una stagionatura protetta.

Qualora, fatto salvo quanto detto ad inizio del presente §, la rimozione del cassero da una superficie avvenga prima che sia trascorso il tempo minimo di stagionatura definito nel prospetto E.1 della UNI EN 13670-1, dovranno essere predisposte azioni atte a garantire il completamento della stagionatura umida, utilizzando una o più **precauzioni** tra quelle di seguito elencate:

- l'applicazione, sulle superfici scasserate, di specifici film di protezione mediante la distribuzione nebulizzata di **additivi stagionanti (agenti di curing)**, conformemente a quanto già specificato al precedente §;
- l'irrorazione continua del getto con acqua nebulizzata, assicurandosi che la temperatura della stessa non si discosti di oltre 10°C rispetto a quella della superficie del calcestruzzo;
- la copertura delle superfici del getto con fogli di polietilene, sacchi di iuta o tessuto non tessuto mantenuto umido, in modo che si eviti la perdita dell'acqua di idratazione;
- la creazione attorno al getto, con fogli di polietilene od altro, di un ambiente mantenuto saturo di umidità.

Per l'uso degli **agenti di curing**, valgono le stesse limitazioni elencate al precedente par.

3.6.5.3 Maturazione accelerata con trattamenti termici

La **maturazione accelerata** dei conglomerati cementizi con trattamenti termici sarà permessa qualora siano state condotte indagini sperimentali sul trattamento che si intende adottare.

In particolare, si dovrà verificare che la resistenza meccanica del calcestruzzo soddisfi comunque i requisiti richiesti nella Tabella 2 precedentemente riportata, anche se

sottoposto allo specifico ciclo termico adottato; inoltre, dovranno essere rispettate le seguenti **prescrizioni**:

- la temperatura del conglomerato cementizio, durante le prime 3 ore dall'impasto, non deve superare i 30 °C;
- il gradiente di temperatura di riscaldamento e quello di raffreddamento non deve superare 15°C/h e dovranno essere ulteriormente ridotti qualora non sia verificata la condizione di cui al successivo punto;
- la differenza di temperatura tra quella massima all'interno del conglomerato cementizio e ambiente a contatto con il manufatto non dovrà superare i 10 °C;
- la temperatura massima del calcestruzzo non dovrà, in media, superare i 65 °C;
- il controllo, durante la maturazione, dei limiti e dei gradienti di temperatura, dovrà avvenire con apposita apparecchiatura che registri l'andamento delle temperature nel tempo, sia all'interno che sulla superficie esterna dei manufatti;
- la procedura di controllo di cui al punto precedente dovrà essere rispettata anche per i conglomerati cementizi gettati in opera e maturati a vapore.

Il concetto di **resistenza caratteristica** è riferito a provini stagionati per 28 giorni a 20°C e UR > 95%.

Pertanto, anche per le opere sottoposte **maturazione accelerata** a temperature diverse da 20°C, è obbligatorio procedere all'esecuzione dei controlli di accettazione del calcestruzzo, nel rispetto di quanto indicato al precedente par. 3.5.3.1

In aggiunta a tali controlli, sarà comunque obbligatorio eseguire prove complementari (vedi precedente par. 3.5.3.1) su provini stagionati nelle stesse condizioni termo-igrometriche dell'opera (sottoposti allo stesso trattamento termico) e testati:

- immediatamente prima del momento previsto per il taglio dei trefoli o per la messa in tiro delle armature post tese;
- alla scadenza dei 28 giorni.

In ogni caso, i provini maturati nelle stesse condizioni termo-igrometriche della struttura, prelevati con la stessa frequenza e nelle stesse quantità previste per i controlli di cui al succitato par.3.5.3.1, dovranno rispettare, a 28 giorni, le prescrizioni contenute nella già citata Tabella 2.

3.6.5.4 Regolarità delle superfici casserate

Eventuali **irregolarità o sbavature** presenti sulle superfici gettate contro cassero, qualora ritenute non tollerabili dalla Direzione Lavori a suo insindacabile giudizio, dovranno essere asportate mediante scarifica meccanica o manuale ed, i punti incidentalmente difettosi, dovranno essere ripresi accuratamente con malta cementizia a ritiro compensato immediatamente dopo il disarmo. Resta inteso, che gli oneri derivanti dalle suddette operazioni ricadranno totalmente a carico dell'Impresa.

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

- malta reoplastica a ritiro compensato previa bagnatura a rifiuto delle superfici interessate;
- conglomerato bituminoso del tipo usura fine, per spessori non inferiori a 20 mm.

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

3.6.6 *Giunti di discontinuità ed opere accessorie nelle strutture in conglomerato cementizio*

È tassativamente prescritto che nelle strutture da eseguire con getto di conglomerato cementizio vengano realizzati **giunti di discontinuità** sia in elevazione che in fondazione onde evitare irregolari e imprevedibili fessurazioni delle strutture stesse, per effetto di escursioni termiche, di fenomeni di ritiro e di eventuali assestamenti.

Tali giunti vanno praticati ad intervalli ed in posizioni opportunamente scelte, tenendo anche conto delle particolarità della struttura (gradonatura della fondazione, ripresa fra vecchie e nuove strutture, attacco dei muri andatori con le spalle dei ponti e viadotti, ecc.).

I giunti dovranno essere conformi alle indicazioni di progetto e saranno ottenuti ponendo in opera, con un certo anticipo rispetto al getto, appositi setti di materiale idoneo, da lasciare in posto, in modo da realizzare superfici di discontinuità (piane, a battente, a maschio e femmina, ecc.) affioranti faccia a vista, secondo linee rette continue o spezzate.

I giunti, come sopra illustrati, dovranno essere realizzati a cura e spese dell'Impresa, essendosi tenuto debito conto di tale onere nella formulazione dei prezzi di elenco relativi alle singole tipologie di conglomerato.

Solo nel caso in cui è previsto in progetto che il giunto sia munito di apposito **manufatto di tenuta o di copertura**, l'Elenco Prezzi prevede espressamente le voci relative alla speciale conformazione del giunto, unitamente alla fornitura e posa in opera dei manufatti predetti, con le specificazioni di tutti i particolari oneri che saranno prescritti per il perfetto definitivo assetto del giunto. I manufatti di tenuta o di copertura dei giunti possono essere costituiti da elastomeri a struttura etilenica (stirolo butiadene), a struttura paraffinica (bitile), a struttura complessa (silicone poliuretano, polioisopropilene, polioisocloropropilene o da elastomeri etilenici cosiddetti protetti (neoprene).

In luogo dei manufatti predetti, potrà essere previsto l'impiego di **sigillanti**. I sigillanti possono essere costituiti da sostanze oleo-resinose, bituminose-siliconiche a base di elastomeri polimerizzabili o polisolfuri, che dovranno assicurare la tenuta all'acqua, l'elasticità sotto le deformazioni previste, una aderenza perfetta alle pareti, ottenuta anche a mezzo di idonei primer, non colabili sotto le più alte temperature previste e non rigidi sotto le più basse, mantenendo il più a lungo possibile nel tempo le caratteristiche di cui sopra dopo la messa in opera.

E'tassativamente proibita l'esecuzione di giunti obliqui formanti angolo diedro acuto (muro andatore, spalla ponte obliquo, ecc.).In tali casi, occorre sempre modificare l'angolo diedro acuto, in modo tale da formare con le superfici esterne delle opere da giuntare angoli diedri non inferiori ad un angolo retto, con facce piane di conveniente larghezza in relazione al diametro massimo degli inerti impiegati nel confezionamento del conglomerato cementizio di ogni singola opera.

Nell'esecuzione dei **manufatti contro terra** il progetto dovrà tenere conto, in numero sufficiente ed in posizione opportuna, dell'esecuzione di appositi **fori per l'evacuazione delle acque di infiltrazione**. Le indicazioni progettuali saranno il riferimento per l'Impresa, salvo indicazioni differenti da parte della Direzione dei Lavori.I fori dovranno essere ottenuti mediante preventiva posa in opera nella massa del conglomerato cementizio di tubi a sezione circolare o di profilati di altre sezioni di PVC o simili. Per la formazione dei fori, l'Impresa avrà diritto al compenso previsto nella apposita voce dell'Elenco Prezzi, comprensiva di tutti gli oneri e forniture per dare il lavoro finito a regola d'arte.

3.6.7 Armature per c.a.

Nella **posa in opera** delle armature metalliche entro i casseri, è prescritto l'impiego di opportuni **distanziatori** prefabbricati in conglomerato cementizio o in materiale plastico, al fine di garantire gli spessori di copriferro previsti in progetto; lungo le pareti verticali, si dovrà ottenere il necessario distanziamento esclusivamente mediante l'impiego di distanziatori ad anello; sul fondo dei casseri, dovranno essere impiegati distanziatori del tipo approvato dalla Direzione Lavori.L'uso dei distanziatori dovrà essere esteso anche alle strutture di fondazione armate.

Le **gabbie di armatura** dovranno essere, per quanto possibile, composte fuori opera; in ogni caso, in corrispondenza di tutti i nodi, saranno eseguite **legature** doppie incrociate in filo di ferro ricotto di diametro non inferiore a 0,6 mm, in modo da garantire la invariabilità della geometria della gabbia durante il getto. L'Impresa dovrà inoltre adottare tutti gli accorgimenti necessari affinché le gabbie mantengano la posizione di progetto all'interno delle casseforme durante le operazioni di getto.

Il **diametro di piegatura** deve essere tale da evitare sia fessure nella barra che la rottura del calcestruzzo all'interno della piegatura. Per i valori minimi da adottare, ci si riferisce alle prescrizioni contenute nella UNI EN 1992-1-1 (Eurocodice 2) al § 8.3

Tabella 12 Diametri ammissibili dei mandrini per barre piegate.

| Diametro barra | Diametro minimo del mandrino per piegature, uncini e ganci |
|----------------------------------|--|
| $\varnothing \leq 16 \text{ mm}$ | $4\varnothing$ |
| $\varnothing > 16 \text{ mm}$ | $7\varnothing$ |

NOTA Alla consegna in cantiere, l'Impresa avrà cura di depositare l'acciaio in luoghi protetti dagli agenti atmosferici. In particolare, per quei cantieri posti ad una distanza inferiore a 2 km dal mare, le barre di armatura dovranno essere protette, con appositi teli, dall'azione dell'aerosol marino.

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

Per le **barre in acciaio zincato** il trattamento di zincatura a caldo potrà essere effettuato prima o dopo la lavorazione e piegatura delle barre, salvo diversa prescrizione che la Direzione Lavori si riserva d'impartire in corso d'opera. Quando la zincatura viene effettuata prima della piegatura, eventuali scagliature del rivestimento di zinco nella zona di piegatura ed i tagli dovranno essere trattati con ritocchi di primer zincante organico bi-componente, dello spessore di 80-100 micron.

3.6.8 *Armature di precompressione*

Valgono le prescrizioni contenute nel “CAPITOLATO SPECIALE DI APPALTO – Opere d’Arte Maggiori – Ponti e Viadotti”, integrate con quanto indicato nei sub paragrafi di seguito dedicati ai sistemi di precompressione.

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

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

Oltre a quanto prescritto dalle vigenti norme di legge, nella posa in opera delle armature di precompressione si precisa che l’Impresa dovrà assicurarne l’esatto posizionamento mediante l’impiego di appositi supporti realizzati, ad esempio, con pettini in tondini d’acciaio.

3.6.8.1 *Fili, barre e trefoli*

Rotoli e bobine di fili, trecce e trefoli provenienti da diversi stabilimenti di produzione devono essere tenuti distinti: un cavo non dovrà mai essere formato da fili, trecce o trefoli provenienti da stabilimenti diversi.

I **fili** di acciaio dovranno essere del tipo autoraddrizzante e non dovranno essere piegati durante l’allestimento dei cavi. Devono essere forniti in rotoli di diametro tale che, all’atto dello svolgimento, allungati al suolo su un tratto di 10 m non presentino curvatura con freccia superiore a 400 mm; il produttore deve indicare il diametro minimo di avvolgimento. Le legature dei fili, trecce e trefoli costituenti ciascun cavo dovranno essere realizzati con nastro adesivo ad intervallo di 70 cm.

Allo scopo di assicurare la centratura dei cavi nelle guaine si prescrive l'impiego di una **spirale** costituita da una treccia di acciaio armonico del diametro di 6 mm, avvolta intorno ad ogni cavo con passo di 80-100 cm.

I filetti delle **barre** e dei manicotti di giunzione dovranno essere protetti fino alla posa in opera con prodotto antiruggine privo di acidi.

Se l'**agente antiruggine** è costituito da grasso, è necessario sia sostituito con olio prima della posa in opera per evitare che all'atto dell'iniezione gli incavi dei dadi siano intasati di grasso.

Nel caso sia necessario dare alle barre una configurazione curvilinea, si dovrà operare soltanto a freddo e con macchina a rulli.

Non è ammessa in cantiere alcuna operazione di raddrizzamento. All'atto della posa in opera, gli acciai devono presentarsi privi di saldature, ossidazione, corrosione e difetti superficiali visibili.

I **cavi inguainati monotrefolo** dovranno essere di tipo compatto, costituiti da trefolo in fili di acciaio a sezione poligonale, rivestiti con guaina tubolare in polietilene ad alta densità intasata internamente con grasso anticorrosivo ad alta viscosità, stabile ed idoneo all'uso specifico. Le **piastre di ripartizione** dovranno essere in acciaio zincato, a tenuta stagna; i **cappellotti** di protezione terminali dovranno essere zincati e provvisti di guarnizione in gomma antiolio, da calzare sui cilindretti e fissare con viti zincate ai terminali riempiti con grasso dopo la tesatura dei trefoli.

3.6.8.2 Tesatura delle armature di precompressione

L'Impresa, durante le operazioni di **tesatura** dovrà registrare, su appositi moduli, da consegnare in copia alla Direzione Lavori, i tassi di precompressione e gli allungamenti totali o parziali di ciascun trefolo o cavo della struttura.

Nelle strutture ad armatura pre-tesa, le armature di precompressione dovranno essere ricoperte dal conglomerato cementizio per tutta la loro lunghezza.

3.6.8.3 *Iniezioni nelle guaine dei cavi di precompressione di strutture in c.a.p. nuove*

Nelle strutture in conglomerato cementizio armato precompresso con cavi scorrevoli, allo scopo di assicurare l'aderenza e soprattutto proteggere i cavi dalla corrosione, è necessario che le guaine vengano iniettate con **boiaccia di cemento reoplastica, fluida pompabile ed a ritiro compensato** (è richiesto un leggero effetto espansivo).

Tale boiaccia sarà preferibilmente pronta all'uso previa aggiunta di acqua, in alternativa potrà essere ottenuta da una miscelazione in sito di cemento, aggiunte minerali, additivi superfluidificanti, eventuali additivi antiritiro, agenti espansivi non metallici e modificatori di viscosità ed acqua nel qual caso le singole materie prime impiegate dovranno rispettare i requisiti indicati nel capitolo 3.12.1.

Sia le boiacche premiscelate pronte all'uso che quelle prodotte in cantiere, dovranno soddisfare i **requisiti** riportati al § 6 della UNI EN 447, in termini di:

- prova di setacciatura;
- fluidità;
- bleeding;
- cambiamento di volume;
- resistenza meccanica;
- tempo di presa;
- densità.

Le prove verranno eseguite nel rispetto delle modalità riportate nella UNI EN 445.

La **posa in opera della boiaccia** dovrà essere preceduta da una **valutazione dell'idoneità**, con le modalità riportate nel § 6 della UNI EN 446.

Nelle operazioni di iniezione dovranno essere seguite le prescrizioni riportate nella UNI EN 446. In aggiunta, valgono le seguenti ulteriori prescrizioni:

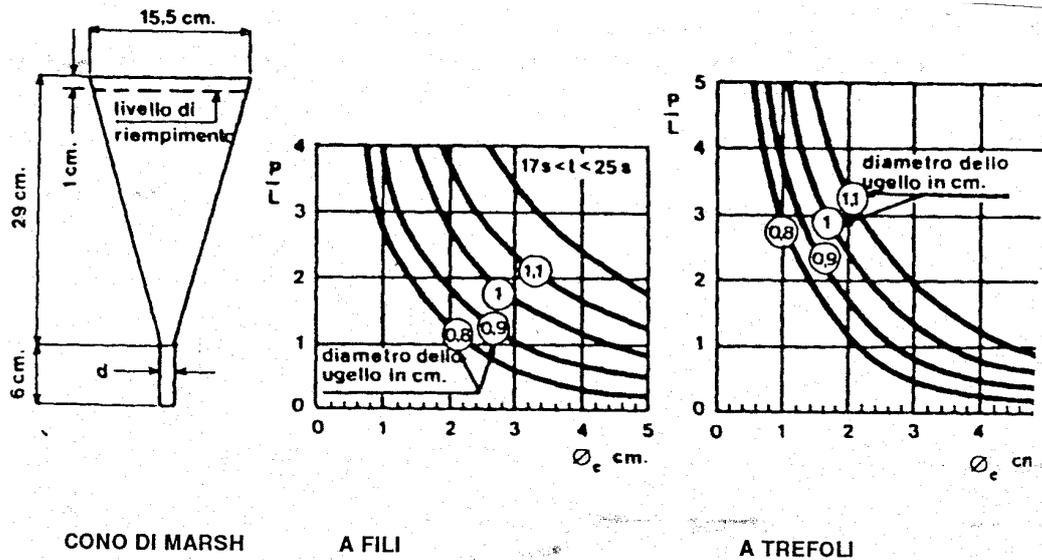
- la misura della **fluidità** delle boiacche di iniezione, eseguita con la prova del cono di Marsh (§ 4.3.1 della UNI EN 445), dovrà rispettare le indicazioni aggiuntive riportate al seguente §3.6.8.4;
- la misura di fluidità dovrà essere eseguita, per ogni impasto, all'entrata delle guaine e per ogni guaina all'uscita; l'iniezione continuerà finché la fluidità della boiaccia in uscita sarà paragonabile a quella in entrata. Si dovrà provvedere con appositi contenitori, affinché la boiaccia di sfrido non venga scaricata senza alcun controllo sull'opera o attorno ad essa. Una più accurata pulizia delle guaine ridurrà l'entità di questi sfridi
- l'**impastatrice** dovrà essere del tipo ad alta velocità, almeno 4000÷5000 giri/min (con velocità tangenziale minima di 14 m/sec). È **proibito l'impasto a mano**, il tempo di mescolamento verrà fissato di volta in volta, in base ai valori di fluidità desunti dalla misura al cono di *Marsh*;
- indipendentemente dal soddisfacimento della prova di setacciatura, prima di essere immessa nella pompa, la boiaccia dovrà essere vagliata con setaccio avente maglia di 2 mm di lato;
- è tassativamente prescritta la disposizione di **tubi di sfiato** in corrispondenza di tutti i punti più elevati di ciascun cavo, comprese le trombette ed i cavi terminali. Ugualmente, dovranno esserci tubi di sfiato nei punti più bassi dei cavi lunghi e con forte dislivello. All'entrata di ogni guaina dovrà essere posto un rubinetto, valvola o altro dispositivo, atti a mantenere, al termine dell'iniezione, la pressione entro la guaina stessa per un tempo di almeno 5 ore;
- l'**iniezione** dovrà avere carattere di continuità e non potrà venire assolutamente interrotta. In caso di interruzioni dovute a cause di forza maggiore e superiori a 5 minuti, il cavo verrà lavato e l'iniezione andrà ripresa dall'inizio.

3.6.8.4 Misura della fluidità con il cono di Marsh

L'apparecchio dovrà essere costruito in acciaio inossidabile ed avere forma e dimensioni riportate nella seguente Figura 10.1, con ugello intercambiabile di diametro variabile da 8 a 11 mm. La fluidità della boiaccia sarà determinata misurando il tempo totale di scolo di 1000 cm³ di boiaccia essendo il cono, inizialmente riempito con 2000 cm³ di prodotto. La

scelta del diametro dell'ugello dovrà essere fatta sulla base degli abachi di cui alla Figura di seguito riportata, rispettivamente per cavi a fili e a trefoli.

Figura 10.1: Dimensioni cono di Marsh e abachi per scelta ugello di prova.



Dove:

P = pressione dell'iniezione (g/cm²)

L = lunghezza della guaina (cm)

$\phi_e = \sqrt{\phi G^2 - n \cdot \phi^2}$ [diametro equivalente in funzione della guaina (ϕG), del diametro dei fili (ϕf) e del loro numero (n.)].

(2) *Misura della essudazione della malta.*

Si opera con una provetta graduata cilindrica (250 cm³, ϕ 6 cm, con 6 cm di malta). La provetta deve essere tenuta in riposo e al riparo dall'aria. La misura si effettua 3 ore, dopo il mescolamento, con lettura diretta oppure con pesatura prima e dopo lo svuotamento con pipetta dell'acqua trasudata.

3.6.8.5 Iniezioni nelle guaine dei cavi di precompressione di strutture in c.a.p. esistenti

Le presenti norme regolano l'esecuzione di iniezioni con **miscele a bassa viscosità** delle guaine di cavi di precompressione di strutture in c.a.p. esistenti con grado di riempimento variabile.

A seconda del tipo di guaine da riempire, del loro numero e del loro grado di riempimento, dovrà essere deciso il tipo di materiale da usare (resine epossidiche pure o caricate o boiacche di cemento pronte all'uso) e le modalità d'iniezione (iniezione tradizionale, da più fori oppure iniezioni sotto vuoto).

Nel caso di riempimento di guaine completamente vuote, saranno sempre usati materiali di tipo cementizio.

3.6.8.6 Requisiti comuni

I prodotti impiegati per l'esecuzione di iniezioni a bassa viscosità dovranno essere conformi alle specifiche riportate nella UNI EN 1504-5.

In particolare, dovranno essere sempre soddisfatti i requisiti prestazionali riportati nel prospetto 3.a (prodotti per iniezione con capacità di trasmissione di forze).

3.6.8.7 Sistemi epossidici

Verranno utilizzati esclusivamente **sistemi epossidici** costituiti da resine bicomponente (A+B), soddisfacenti i requisiti prestazionali di cui al precedente par. 3.6.8.3 (per i prodotti di tipo P), oltre ai requisiti di identificazione riportati nel prospetto 2.a della UNI EN 1504-5.

La Direzione Lavori, a seconda delle presumibili dimensioni dei vuoti all'interno delle guaine ed in relazione alle circostanze emerse durante il lavoro di iniezione, potrà ordinare l'uso di **cariche** (per esempio cemento) che, comunque, dovranno essere di natura basica o neutra.

Dovranno essere, inoltre, rispettate le seguenti **prescrizioni**:

- **tempo di presa**: riferito al sistema epossidico puro, dovrà essere compatibile con le esigenze del lavoro e comunque non inferiore a 2 ore. Per particolari condizioni operative, la Direzione Lavori potrà richiedere tempi di presa superiori;
- **POT-LIFE** misurato (secondo SECAM) alla temperatura 23 ± 1 °C e umidità relativa del $65\pm 5\%$ in bicchiere di vetro della capacità di 100 cm^3 su quantità di 50 cm^3 di miscela (media su 5 prove);
- **viscosità**: riferita al sistema epossidico puro, non dovrà essere superiore a 180 cps a 23 ± 1 °C ed umidità relativa di $65\pm 5\%$. La sua determinazione potrà essere fatta mediante misura diretta o con tazza FORD 4 termostata (media su 5 prove);

- **ritiro:** dovrà risultare minore dello 0,19, misurato secondo norma UNI-PLAST 4285 (media su 5 prove);
- **comportamento in presenza d'acqua:** l'eventuale presenza di acqua nelle guaine non dovrà costituire impedimento alla policondensazione della miscela;
- **protezione chimica dei ferri d'armatura:** la miscela dovrà avere pH basico, compreso tra 10,5 e 12,5; tale valore verrà misurato sulla resina miscelata (A + B), nel rapporto di catalisi di fornitura, diluita con acqua distillata, per avere la necessaria bagnabilità del rilevatore.

3.6.8.8 Boiacche cementizie

Le **boiacche cementizie** per iniezioni ad elevata fluidità saranno **di tipo preconfezionato**, pronte all'uso con la semplice aggiunta di acqua, esenti da aggregati metallici, di viscosità molto bassa pur con rapporti acqua/cemento non superiori a 0,38 e soddisfacenti i requisiti di cui al precedente par. par. 3.6.8.3 per i prodotti di tipo H, nonché i requisiti di identificazione riportati nel prospetto 2.b della UNI EN 1504-5.

Dovranno essere, inoltre, rispettate le seguenti **prescrizioni**:

- **viscosità:** la viscosità verrà valutata con cono di *Marsh*, ugello da 12 mm; il tempo di scolo di 1000 cm³ non dovrà essere superiore a 30 sec nella boiaccia appena confezionata e dovrà mantenersi costante per almeno 30 min;
- **ritiro:** la boiaccia dovrà essere priva di ritiro; è preferibile un comportamento espansivo;
- **essudazione (bleeding):** il materiale dovrà esserne esente;
- **resistenza meccanica:** la resistenza meccanica alla compressione semplice su provini cubici di 7 o 10 cm di lato dovrà risultare non inferiore a 25 MPa dopo 3 giorni, 35 MPa dopo 7 giorni ed a 50 MPa dopo 28 giorni con una massa volumica degli stessi non inferiore a 18,5 kN/m³.

NOTA Le suddette caratteristiche dovranno essere definite per ogni lotto di miscela prodotta.

3.6.8.9 Modalità di iniezione

Iniezioni tradizionali

Preliminarmente, sulle travi nelle quali è stato già individuato il presumibile tracciato dei cavi di precompressione mediante misure geometriche effettuate con riferimento ai disegni di progetto e con l'ausilio di sondaggi eseguiti con apposita apparecchiatura elettromagnetica e/o ad ultrasuoni, si dovrà procedere alla **localizzazione delle guaine** mediante tasselli effettuati con micro-demolitori (normalmente, con un passo di 3-4 m su ogni cavo, partendo dal centro della trave).

Non tutti i tasselli serviti per localizzare e valutare lo stato delle guaine saranno attrezzati per l'iniezione, ma soltanto quelli più idonei; su di essi si applicheranno i **tubetti d'iniezione** provvisti di apposita cuffia, da sigillare con paste collanti epossidiche, previa accurata pulizia del supporto; qualora la profondità del tassello sia rilevante, la pasta collante sarà stesa in più strati successivi. Le stuccature dovranno essere impermeabili al tipo di materiale usato nell'iniezione e, nel caso di iniezioni sottovuoto, dovranno permettere la formazione di quest'ultimo. Tubetti di iniezione verranno introdotti anche nei fori degli ancoraggi dei cavi, preliminarmente scoperti e puliti, eventualmente riperforati con trapano, quindi stuccati con la pasta di cui sopra.

I tasselli non utilizzati per l'iniezione delle guaine saranno chiusi mediante malta reoplastica fluida non segregabile, tixotropica, a basso calore d'idratazione, priva di ritiro, ad elevata resistenza meccanica ed elevato potere adesivo all'acciaio ed al conglomerato cementizio. La stuccatura verrà rinforzata e supportata con una rete elettrosaldata debitamente ancorata, mediante saldature o legature alle armature esistenti. Si procederà, inoltre, a stuccature e riparazioni di zone di conglomerato cementizio poroso, vespai ecc., in modo da chiudere possibili vie di uscita dei materiali di iniezione. Tali stuccature saranno effettuate con paste a base epossidica e, quando previsto dal progetto, anche rinforzate con reti metalliche.

Dopo almeno 48 ore dall'ultimazione della stuccatura, si procederà alla soffiatura all'interno delle guaine, per eliminare eventuali sacche d'acqua e per valutare la consistenza dei vuoti nei vari tratti.

Si procederà quindi alla **iniezione della miscela**, scegliendo il punto iniziale in base alle risultanze della soffiatura.

In linea di massima, sarà conveniente partire dai fori di iniezione in mezzera della trave, dove sono in comunicazione gran parte delle guaine e procedere sino alla fuoriuscita (se possibile) della miscela dai primi tubetti posti ai lati del punto di iniezione.

Si inietteranno poi questi ultimi e, successivamente, quelli adiacenti, in successione, fino ad ottenere la fuoriuscita della miscela dalle testate dei cavi.

Naturalmente, i tubi già iniettati dovranno essere man mano sigillati. La **pressione d'iniezione** dovrà essere la più bassa possibile, compatibilmente con l'esigenza di ottenere un buon riempimento dei cavi e, comunque, in nessun caso si dovranno superare i 5 bar.

Iniezioni sottovuoto

Potranno essere usate tecniche di **iniezione sottovuoto**, cioè provocando con apposita attrezzatura aspirante un vuoto dell'ordine di 1 bar nelle cavità da iniettare ed ammettendo poi il materiale di riempimento.

Le modalità di preparazione di fori di iniezione e la loro ubicazione sono analoghe a quelle descritte per le iniezioni tradizionali, con la variante che sarà necessario, una volta decisi i punti in cui applicare gli iniettori, effettuare una prima valutazione della possibilità di creare il vuoto e dell'entità del volume delle cavità presenti.

La prima valutazione tende ad individuare la necessità o meno di effettuare gli interventi di tenuta e le zone dove dovranno essere eseguite tali stuccature; la seconda a stimare i consumi e, principalmente, a controllare, a iniezione terminata, che tutti i vuoti valutati siano stati riempiti.

A seconda dell'attrezzatura disponibile, la valutazione si effettuerà tramite misura (con contalitri) del volume d'aria ammesso nella cavità, dopo aver effettuato il vuoto, oppure in base alla legge di *Boyle-Mariotte*.

A questo punto, si procederà alle **iniezioni** vere e proprie con il materiale di riempimento prescelto; il materiale introdotto nella cavità per azione del vuoto dovrà, a passaggio terminato, essere posto sotto una pressione di 2-3 bar prima del bloccaggio del tubo d'iniezione.

Occorrerà anche valutare il volume del materiale entrato, in genere misurando il consumo in chilogrammi e passando al volume (V_m) per tramite del peso specifico del materiale stesso, oppure valutando direttamente il volume del materiale iniettato.

Il rapporto V_m/V_i*100 (grado di riempimento) verrà indicato per ogni singola iniezione.

Prove

Per accertare la rispondenza ai requisiti richiesti, i materiali dovranno essere sottoposti a prove presso un **laboratorio accreditato** di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001, con la frequenza indicata dalla Direzione Lavori.

3.6.9 Malte e calcestruzzi da ripristino strutturale e protezione

Per quanto riguarda le **malte e calcestruzzi da ripristino strutturale e protezione** la preparazione del sottofondo, l'asportazione del calcestruzzo contaminato o degradato dovrà essere eseguita mediante martelletti leggeri, alimentati ad aria compressa o mediante macchine idrodemolitrici (preferibile nel caso degli spessori più elevati). Dopo l'asportazione del calcestruzzo contaminato, la superficie del supporto dovrà essere microscopicamente ruvida con asperità di 5 mm. Nel caso di degrado limitato a pochi mm, la preparazione del supporto potrà avvenire mediante sabbiatura o idrosabbiatura. Per quanto riguarda altre indicazioni sulla posa in opera e la stagionatura, valgono le indicazioni generali sopra riportate e riassunte nelle Tabelle A.10.4 e A.10.5 riportate nell'Allegato 10 al par. **Error! Reference source not found..**

Relativamente ai **sistemi di protezione delle armature metalliche contro la corrosione**, in forma di vernici resinose o boiacche cementizie additivate, da applicare sulla superficie delle barre esistenti e/o di quelle aggiunte la loro applicazione dovrà essere eseguita sulla superficie delle armature metalliche previa asportazione preventiva di tutti i depositi ed i prodotti di corrosione mediante spazzolatura meccanica, sabbiatura o idrosabbiatura.

3.6.10 Tolleranze di esecuzione

La Direzione Lavori procederà sistematicamente, sia in corso d'opera che a struttura ultimata, alla verifica delle quote e delle dimensioni indicate nel progetto esecutivo.

Nelle opere finite, gli **scostamenti ammissibili (tolleranze)** "S" rispetto alle dimensioni e/o quote dei progetti sono riportate di seguito per i vari elementi strutturali:

- Fondazioni: plinti, platee, solettoni, ecc.:
 - posizionamento rispetto alle coordinate di progetto: $S = \pm 2,0\text{cm}$
 - dimensioni in pianta: $S = - 3,0\text{ cm o } + 5,0\text{ cm}$
 - dimensioni in altezza (superiore): $S = - 0,5\text{ cm o } + 2,0\text{ cm}$
 - quota altimetrica estradosso: $S = - 0,5\text{ cm o } + 2,0\text{ cm}$
- Strutture in elevazione: pile, spalle, muri, ecc.:
 - posizionamento rispetto alle coordinate degli allineamenti di progetto: $S = \pm 2,0\text{ cm}$
 - dimensione in pianta (anche per pila piena): $S = - 0,5\text{ cm o } + 2,0\text{ cm}$
 - spessore muri, pareti, pile cave o spalle: $S = - 0,5\text{ cm o } + 2,0\text{ cm}$
 - quota altimetrica sommità: $S = \pm 1-5\text{ cm}$
 - verticalità per $H \leq 600\text{ cm}$: $S = \pm 2-0\text{ cm}$
 - verticalità per $H > 600\text{ cm}$: $S = \pm H/12$
- Solette e solettoni per impalcati, solai in genere:
 - spessore: $S = -0,5\text{ cm o } + 1,0\text{ cm}$
 - quota altimetrica estradosso: $S = \pm 1,0\text{ cm}$
- Vani, cassette, inserterie:
 - posizionamento e dimensione vani e cassette: $S = \pm 1,5\text{ cm}$

- posizionamenti inserti (piastre, boccole): $S = \pm 1,0$ cm

NOTA In ogni caso, gli scostamenti dimensionali negativi non devono ridurre i copriferri minimi prescritti dal progetto.

Per le tolleranze sopra riportate sono **possibili variazioni** qualora:

- nel progetto esecutivo siano stati indicati valori differenti per gli scostamenti ammessi;
- la Direzione dei Lavori, per motivate necessità, faccia esplicita richiesta di variazione dei valori.

3.7 Misurazione E Contabilizzazione

3.7.1 Norme generali

Sia per i lavori compensati a corpo che per quelli compensati a misura, l'Appaltatore ha l'onere contrattuale di predisporre in dettaglio tutti i **disegni contabili** delle opere realizzate e delle lavorazioni eseguite con l'indicazione (quote, prospetti e quant'altro necessario) delle quantità, parziali e totali, nonché con l'indicazione delle relative operazioni aritmetiche e degli sviluppi algebrici necessari alla individuazione delle quantità medesime, di ogni singola categoria di lavoro attinente l'opera o la lavorazione interessata.

Detti disegni contabili, da predisporre su **supporto informatico** e - in almeno duplice copia - su **supporto cartaceo**, saranno obbligatoriamente consegnati tempestivamente alla Direzione Lavori per il necessario e preventivo controllo e verifica, da effettuare sulla base delle misurazioni eseguite in contraddittorio con l'Appaltatore, durante l'esecuzione dei lavori.

Tale documentazione contabile è indispensabile per la predisposizione degli Stati di Avanzamento Lavori e per l'emissione delle relative rate di acconto, secondo quanto stabilito in merito per i pagamenti.

La suddetta documentazione contabile resterà di proprietà dell'Amministrazione committente.

Tutto ciò premesso e stabilito, si precisa che:

- i lavori compensati "a misura" saranno liquidati secondo le misure geometriche, o a numero, o a peso, così come rilevate dalla Direzione dei Lavori, in contraddittorio con l'Appaltatore, durante l'esecuzione dei lavori;
- i lavori da compensare "a corpo" saranno controllati in corso d'opera attraverso le misure geometriche, o a peso, o a numero, rilevate dalla Direzione dei Lavori in contraddittorio con l'Appaltatore e, quindi, confrontate con le quantità rilevabili dagli elaborati grafici facenti parte integrante ed allegati al Contratto di Appalto. Per la predisposizione degli Stati di Avanzamento Lavori e per l'emissione delle relative rate d'acconto, il corrispettivo da accreditare nei S.A.L. è la parte percentuale del totale del prezzo a corpo risultante da tale preventivo controllo, effettuato a misura, oltre le prescritte trattenute di Legge e le eventuali risultanze negative (detrazioni) scaturite a seguito del Collaudo in corso d'opera. A completamento avvenuto di tutte le opere a corpo, risultante da apposito Verbale di constatazione redatto in contraddittorio con l'Appaltatore, la Direzione dei Lavori provvederà, con le modalità suddette, al pagamento del residuo, deducendo le prescritte trattenute di Legge e le eventuali risultanze negative scaturite dalle operazioni e dalle verifiche effettuate dalla Commissione di Collaudo in corso d'opera.

3.7.2 Criteri di misura

Conglomerati cementizi

I **conglomerati cementizi**, sia di fondazione che di elevazione, armati o semplici, normali o precompressi, saranno computati a volume, con metodi geometrici, secondo i corrispondenti tipi e classi, in base alle prescrizioni di cui alle presenti Norme Tecniche.

Le misurazioni di controllo, che saranno effettuate sul vivo (dedotti i vani o i materiali di diversa natura presenti nei suddetti conglomerati, dovranno essere contabilizzati con i relativi articoli di cui all'Elenco Prezzi.

In ogni caso, non saranno dedotti:

- i volumi del ferro di armatura;
- i volumi dei cavi per la precompressione;
- i vani di volume minore o uguale a 0,20 m³ ciascuno, intendendosi compreso l'eventuale maggiore magistero richiesto, anche per la formazione di feritoie regolari e disposte regolarmente

Si specifica, inoltre, che gli articoli di Elenco Prezzi comprendono tutti gli oneri descritti nelle presenti Norme Tecniche, con particolare riferimento a:

- la fornitura a piè d'opera di tutti i materiali occorrenti (aggregati, acqua, aggiunte minerali, additivi, acceleranti, ritardanti, leganti, ecc.);
- la mano d'opera;
- i ponteggi e le impalcature;
- le attrezzature ed i macchinari per la confezione;
- la sistemazione delle carpenterie e delle armature metalliche;
- l'esecuzione dei getti da realizzare senza soluzione di continuità, in modo da evitare ogni ripresa, impiegando anche manodopera su più turni ed in giornate festive (ove necessario);
- l'eventuale esaurimento dell'acqua nei casseri;
- la vibrazione;
- la predisposizione di fori, tracce, cavità, ammorsature, ecc.;
- il taglio di filo, chiodi, reggette con funzione di legatura di collegamento dei casseri con la sigillatura degli incavi e la regolarizzazione delle superfici nel getto;
- la necessità di coordinare le attività, qualora l'Appaltatore dovesse affidare i lavori di protezione superficiale dei conglomerati cementizi a ditte specializzate;

- le prove ed i controlli, con la frequenza indicata nelle presenti Norme Tecniche, ovvero prescritta dalla Direzione Lavori e, infine, quant'altro occorra per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte

Non sono compresi negli articoli di cui sopra gli oneri per:

- le casseforme, salvo quanto diversamente specificato nelle voci di elenco Prezzi;
- le centinature e le armature di sostegno delle casseforme, salvo quelle per getti di luce retta inferiore a quanto indicato nei relativi articoli di elenco Prezzi.

I suddetti articoli verranno contabilizzati con i relativi articoli di Elenco Prezzi.

Si prevede, inoltre, che nel caso di **sospensione dei getti** per effetto di un abbassamento della temperatura atmosferica ordinata dalla Direzione Lavori, l'Impresa non avrà diritto ad alcun risarcimento, come pure non potrà richiedere alcun compenso per particolari accorgimenti da adottarsi nel caso di esecuzione dei getti a basse temperature.

Casseforme

Le **casseforme** saranno contabilizzate a parte, solo per quanto sia esplicitamente indicato negli articoli di Elenco Prezzi; i suddetti articoli comprendono tutti gli oneri, le forniture e le prestazioni relative a materiali, mano d'opera, noli, armo, disarmo, sfrido, trasporti, disarmanti, ecc.

In particolare, le casseforme saranno computate in base allo sviluppo delle facce interne a contatto del conglomerato cementizio, ad opera finita.

Le **armature di sostegno** verranno contabilizzate a parte, solo per quanto sia esplicitamente indicato negli articoli di Elenco Prezzi, che comprendono tutti gli oneri, le forniture e le prestazioni relative a materiali, mano d'opera, noli, armo, disarmo, sfrido, trasporti, disarmanti, ecc., necessari per la loro esecuzione.

Acciaio per c.a. e c.a.p.

L'**acciaio** in barre per armatura di **conglomerati cementizi normali** sarà computato in base al peso teorico dei vari diametri nominali indicati nei progetti esecutivi, trascurando le quantità superiori alle indicazioni di progetto, le legature, gli eventuali distanziatori e le sovrapposizioni per le giunte non previste o non necessarie, intendendosi come tali anche quelle che collegano barre di lunghezza inferiore a quella commerciale.

Il peso degli acciai sarà determinato con metodo analitico, misurando lo sviluppo teorico di progetto di ogni barra e moltiplicando per la corrispondente massa lineare nominale di progetto.

Relativamente al peso di **trefoli o trecce** di acciaio per le strutture in **conglomerato cementizio precompresso**, questo sarà determinato moltiplicando il loro sviluppo teorico (compreso tra le facce esterne degli apparecchi di appoggio) per il peso dell'unità di misura determinato mediante pesatura.

Il peso dell'acciaio in barre per calcestruzzi precompressi sarà determinato moltiplicando lo sviluppo teorico di progetto delle barre (compreso tra le facce esterne degli apparecchi di ancoraggio) per il peso unitario della barra, calcolato in funzione del diametro nominale e della massa volumica dell'acciaio, pari a 7,85 kg/dm³.

Per quanto concerne, infine, il peso dell'acciaio per le strutture in conglomerato cementizio armato precompresso sia con il sistema a fili aderenti che con il sistema a cavi scorrevoli, questo sarà determinato moltiplicando lo sviluppo teorico di progetto dei cavi (compreso tra le facce esterne degli apparecchi di bloccaggio) per il numero dei fili ovvero dei fili componenti il cavo per il peso unitario dei fili stessi, calcolato in funzione del diametro nominale e della massa volumica dell'acciaio, pari a 7,85 kg/dm³.

Si evidenzia, inoltre, come l'articolo di Elenco Prezzi dell'acciaio per strutture in conglomerato cementizio armato precompresso comprenda la fornitura dell'acciaio, nonché la fornitura e la posa in opera dei materiali e dispositivi necessari alla realizzazione dei diversi tipi di sistemi di precompressione sopra citati, nonché tutti gli oneri necessari per dare l'acciaio in opera in perfetta regola d'arte.

3.8 Non Conformità E Sanzioni

3.8.1 Conglomerati cementizi

Il calcestruzzo con **lavorabilità** inferiore, a discrezione della Direzione Lavori, potrà essere:

- respinto (l'onere della nuova fornitura in tal caso resta in capo all'Impresa);
- accettato se esistono le condizioni, in relazione alla difficoltà di esecuzione del getto, per poter conseguire un completo riempimento dei casseri ed una completa compattazione

Tutti gli oneri derivanti dalla maggior richiesta di compattazione restano a carico dell'Impresa.

In merito alla valutazione della sanzione prevista, qualora la **resistenza caratteristica** riscontrata risultasse minore di non più del 10% rispetto a quella della classe indicata nei calcoli statici e nei disegni di progetto, la Direzione Lavori, d'intesa con il Progettista, effettuerà una determinazione sperimentale della resistenza meccanica del conglomerato in opera e, successivamente, una verifica della sicurezza.

Qualora tale verifica dia esito positivo, il conglomerato cementizio verrà accettato, ma il lotto non soddisfacente i requisiti richiesti verrà decurtato in misura pari al 15% del suo valore.

Nel caso in cui la resistenza caratteristica riscontrata risulti minore di quella richiesta di oltre il 10%, l'Impresa sarà tenuta, a sua totale cura e spesa, alla demolizione ed al rifacimento dell'opera, oppure all'adozione di quei provvedimenti che, proposti dalla stessa, dovranno essere formalmente approvati dalla Direzione Lavori, d'intesa con il Progettista, per diventare operativi.

Nessun indennizzo sarà dovuto all'Impresa se la classe di resistenza risulterà maggiore di quella indicata nei calcoli statici e nei disegni di progetto.

Le stesse modalità verranno applicate ai manufatti prefabbricati.

Nelle opere in cui venissero richiesti **giunti di dilatazione o contrazione**, ovvero **giunti speciali aperti a cuneo**, secondo i tipi approvati dalla Direzione Lavori, l'onere relativo all'esecuzione della sede del giunto, compreso quelli di eventuali casseforme, si intende compreso negli articoli di Elenco Prezzi per le murature in genere ed i conglomerati cementizi.

Nel caso di **ripristino di elementi strutturali**, con la frequenza che riterrà opportuna, la Direzione Lavori eseguirà in corso d'opera le prove di controllo dei requisiti.

Qualora, dalle prove eseguite, risultassero valori inferiori di non più del 10% rispetto a quelli indicati nelle presenti Norme Tecniche o previsti in progetto, la Direzione Lavori, d'intesa con il progettista, effettuerà una verifica della sicurezza statica dell'elemento strutturale soggetto a ripristino/adeguamento.

Nel caso che tale verifica dia esito positivo, il materiale verrà accettato, ma il valore della lavorazione verrà decurtata del 25% per tutte le superfici ed i volumi su cui si è operato, oltre che per tutti i prezzi e sovrapprezzi con cui è stata compensata.

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

Qualora si evidenziassero **microfessure**, se l'incidenza dell'area fessurata risulterà inferiore al 20% dell'area totale di interventi, su tali superfici (o volumi) verrà applicata la sanzione del 25% per tutti i prezzi ed i sovrapprezzi con i quali è stato compensato il lavoro non idoneo.

Se l'incidenza delle aree fessurate sarà superiore al suddetto 20%, l'Impresa dovrà procedere, a sua cura e spese, alla rasatura ed alla protezione della superficie con filmogeni, di tipologia da concordare con la Direzione Lavori, in accordo con il Progettista.

Nel caso di **sistemi protettivi filmogeni**, qualora dalle prove eseguite risultassero valori inferiori rispetto a quelli richiesti, l'Impresa sarà tenuta, a sua totale cura e spesa, alla sostituzione dei materiali già posti in opera.

In corso d'opera, la Direzione Lavori effettuerà dei controlli dello **spessore sul film umido** della singola mano applicata, con le seguenti modalità:

- misura dello spessore mediante “pettine” di idonea gradazione, secondo le specifiche dell'ASTM D 4414 (o D 1212);
- per superfici globali da proteggere inferiori a 2.000 m², almeno una serie di 20 misure;
- per superfici globali da proteggere superiori a 2.000 m², almeno una serie di 40 misure;
- la serie di misure, se possibile, dovrà essere omogeneamente distribuita sulla superficie da verificare ed il suo valore medio non dovrà essere minore di quello di progetto; nel caso risulti un valore medio inferiore allo spessore di progetto, a sua cura e spese, l'Impresa provvederà ad integrare lo spessore mancante, mettendo in atto tutti gli accorgimenti necessari per la buona riuscita dell'integrazione

Le **superfici risonanti a vuoto** con il controllo al martello saranno verificate in contraddittorio e, su di esse, verrà applicata la sanzione del 25% per tutti i prezzi ed i sovrapprezzi con cui è stato compensato il lavoro risultato non idoneo, salvo richiesta della Direzione Lavori di far effettuare, a cura e spese dell'Impresa, le asportazioni ed il rifacimento del ripristino delle superfici risonanti.

Qualora dal **controllo della resistenza del calcestruzzo messo in opera**, non risultasse verificata la condizione $R_{ck, STRUTT} \geq 85\% R_{ck}$ si procederà, a cura e spese dell'Impresa, ad un controllo teorico e/o sperimentale della struttura interessata dal quantitativo di conglomerato non conforme, sulla base del valore caratteristico della resistenza strutturale rilevata sullo stesso ($R_{ck, STRUTT}$).

Tali controlli e verifiche formeranno oggetto di una **relazione supplementare**, nella quale si dimostri che, ferme restando le ipotesi di vincoli e di carico delle strutture, la resistenza è ancora compatibile con le sollecitazioni previste in progetto, secondo le prescrizioni delle vigenti norme di legge.

NOTA Se tale relazione sarà approvata dalla Direzione Lavori, il calcestruzzo verrà contabilizzato in base al valore della resistenza caratteristica rilevata in opera.

Viceversa, nel caso in cui la resistenza non risulti compatibile con le sollecitazioni previste in progetto, la Direzione dei Lavori valuterà come procedere in base alle seguenti ipotesi:

- consolidamento dell'opera o delle parti interessate da non conformità, se ritenuto tecnicamente possibile dalla D.L. sentito il progettista, con i tempi e i metodi che questa potrà stabilire anche su proposta dell'Impresa. Resta inteso che la decisione finale sarà in capo alla Direzione Lavori;
- demolizione e rifacimento dell'opera o delle parti interessate da non conformità.

Tutti gli oneri relativi agli accertamenti di cui sopra, compresi gli eventuali consolidamenti, demolizioni e ricostruzioni, restano in capo all'Impresa.

Nessun indennizzo o compenso sarà dovuto all'Impresa nel caso in cui il valore caratteristico della resistenza strutturale dovesse risultare maggiore di quella indicata nei calcoli statici, nei disegni di progetto e nella tabella di cui al già citato Allegato 1 al presente Capitolato.

NOTA Si specifica, inoltre, che la conformità nei riguardi della resistenza non implica necessariamente la conformità nei riguardi della durabilità o di altre caratteristiche specifiche del calcestruzzo messo in opera; pertanto, qualora non fossero rispettate le richieste di durabilità, la Direzione Lavori potrà ordinare all'Impresa di mettere in atto tutti gli accorgimenti (ad esempio, il ricoprimento delle superfici con guaine, la protezione con vernici o agenti chimici nebulizzati, ecc.) che saranno ritenuti opportuni e sufficienti alla garanzia della vita nominale dell'opera prevista dal progetto.

Tutti gli oneri derivanti dagli interventi anzidetti saranno a carico dell'Impresa.

3.8.2 Acciaio per c.a. e c.a.p.

Per le barre di acciaio zincato che non soddisfano i requisiti di cui alle UNI EN ISO 1461, relativamente alle caratteristiche delle protezioni anticorrosive e/o ad altre caratteristiche

prestazionali, ma che comunque non concorrano a compromettere la resistenza dei dispositivi, si procederà all'applicazione di una sanzione in percentuale sul prezzo pari a quelle di seguito indicate:

- fino al 10% in meno di protezione anticorrosiva o di altre caratteristiche prestazionali, sanzione del 10%;
- dal 10% al 20% in meno di protezione anticorrosiva o di altre caratteristiche prestazionali, sanzione del 15%;
- oltre il 20% in meno di protezione anticorrosiva o di altre caratteristiche prestazionali, sostituzione dei materiali in difetto

3.9 Collaudo

Il Collaudatore, alla fine dei lavori di realizzazione delle opere, dovrà procedere al collaudo delle **opere in c.a. ed in c.a.p.**, allo scopo di accertarne la rispondenza alle indicazioni progettuali. Nel dettaglio, le attività di collaudo sono distinte nelle due tipologie di verifiche di seguito riportate, che devono essere attuate in sequenza:

- il **Collaudo tecnico amministrativo**, che consiste nella verifica puntuale della rispondenza tra opere realizzate ed opere progettate, con particolare riferimento alle caratteristiche geometriche e dimensionali delle opere, alle caratteristiche strutturali, a quelle acustiche dei singoli componenti e, quindi, del sistema nel complesso, oltre che della rispondenza dei valori indicati nei Rapporti di Prova e nella Marcatura CE specificati nel progetto;
- la verifica dell'avvenuta mitigazione acustica, da attuare attraverso l'esecuzione di rilevazioni fonometriche in corrispondenza di punti di misura significativi, da individuare congiuntamente con la Direzione Lavori.

NOTA La non rispondenza di una o più delle verifiche di cui al primo punto non consente l'esecuzione delle verifiche di cui al secondo, in quanto, tali non rispondenze sono da imputarsi ad errori di esecuzione e, di conseguenza, rendono non collaudabile e liquidabile il lavoro.

3.10 Manutenzione

3.10.1 Contenuti ed articolazione del Piano di Manutenzione

Sulla base di quanto indicato all'art.38 del D.P.R. n.207/2010, che riporta il "Regolamento di esecuzione ed attuazione del decreto legislativo 12 aprile 2006, n.163 e s.m.i., recante il «Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione delle direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE», il **Piano di Manutenzione** è costituito dai seguenti **documenti operativi**:

- **Manuale d'uso**, che riporta i metodi di ispezione da utilizzare allo scopo di individuare i possibili guasti che possono influenzare la durabilità del bene, la cui risoluzione consente di garantire l'allungamento della vita utile del sistema antirumore ed il mantenimento del valore patrimoniale dello stesso;
- **Manuale di manutenzione**, che costituisce lo strumento in grado di gestire un contratto di manutenzione ordinaria e l'eventuale ricorso ai centri di assistenza o di servizio;
- **Programma di manutenzione**, che definisce e programma gli interventi necessari a garantire la funzionalità, la durabilità ed il corretto esercizio del manufatto, nonché la frequenza, gli oneri e le strategie di attuazione degli interventi da realizzare nel medio e nel lungo periodo; in particolare, tale programma deve essere definito in funzione delle prestazioni attese (per classe di requisito), dei controlli da eseguire nei successivi momenti del ciclo di vita dell'opera (dinamica delle prestazioni), oltre che dell'organizzazione temporale degli interventi di manutenzione da realizzare.

Si ritiene comunque opportuno evidenziare come, già nelle fasi di esecuzione delle scelte progettuali e costruttive, si dovrà tener conto dell'esigenza di minimizzare la necessità di prevedere interventi di manutenzione sulle opere realizzate.

3.11 Normative E Riferimenti

Le presenti prescrizioni si intendono integrative delle Norme Tecniche di cui al D.M. 14 gennaio 2008, emanate in applicazione all'art. 52 del DPR n° 380 del 06/06/2001.

I lavori e le verifiche saranno eseguiti in accordo alle disposizioni di legge, alle istruzioni ed alle normative tecniche applicabili, nonché a tutte quelle indicate nel presente documento.

In ogni caso, viene considerata valida l'edizione della norma vigente al momento del ritiro dei documenti di gara, nonché gli eventuali aggiornamenti sopravvenuti successivamente, purché concordati tra le parti.

Gli elaborati di progetto dovranno indicare tutte le tipologie di calcestruzzo ed i tipi di acciaio da impiegare.

3.11.1 Leggi e normative sugli aspetti strutturali

- Legge 5 novembre 1971, n. 1086 "Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica" (G.U. n. 321 del 21.12.1971);
- Decreto del Presidente della Repubblica n. 380 del 6 giugno 2001 "Testo Unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia" (S.O. n. 239 alla G.U. n. 245 del 20-10-2001);
- D.M. 14 gennaio 2008 "Norme tecniche per le costruzioni" (S.O. n. 30 alla G.U. n. 29 del 4 febbraio 2008) e norme o documenti esplicitamente richiamati dal Decreto Ministeriale;
- Circolare esplicativa al D.M. 14 gennaio 2008, n. 617 del 2 febbraio 2009 (S.O. n. 27 alla G.U. n. 47 del 26-02-2009)
- Decreto Ministeriale 31 luglio 2012, che riporta la "Approvazione delle appendici nazionali recanti i parametri tecnici per l'applicazione degli Eurocodici"
- Norma UNI EN 1990 "Eurocodice - Criteri generali di progettazione strutturale"
- Norma UNI EN 1991 "Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture" Parti 1-2-3-4-5-6-7
- Norma UNI EN 1997 "Eurocodice 7 - Progettazione geotecnica" Parti 1-2
- Norma UNI EN 1998-5 "Eurocodice 8 - Progettazione delle strutture per la resistenza sismica"

3.11.2 Leggi e normative inerenti il rilascio della Marcatura CE

- UNI EN ISO 1460
- UNI EN ISO 1461
- UNI EN ISO 9001
- UNI EN ISO 14001
- UNI EN 196-7
- UNI EN 197-1
- UNI EN 206
- UNI EN 445
- UNI EN 446
- UNI EN 450
- UNI EN 447
- UNI EN 480
- UNI EN 933
- UNI EN 934
- UNI EN 1008
- UNI EN 1504
- UNI EN 1097
- UNI EN 1179
- UNI EN 1992 (Eurocodice 2)

- UNI EN 10204
- UNI EN 12620
- UNI EN 12350
- UNI EN 12390
- UNI EN 12504
- UNI EN 13055
- UNI EN 13263
- UNI EN 13670-1
- UNI EN 14487
- UNI EN 14488
- UNI EN 14651
- UNI EN 14721
- UNI EN 14889
- UNI EN 15167
- UNI EN 45012
- UNI CEN/TS 14754
- UNI 6556
- UNI 7122
- UNI 7123
- UNI 8146
- UNI 8148

- UNI 8520
- UNI 8866
- UNI 9606
- UNI 11039
- UNI 11104
- UNI 11146
- UNI 11201
- UNI 11307
- UNI 11417-1
- UNI 11417-2
- UNI 111039
- ASTM C1609
- ASTM D 1212
- ASTM D 4414
- BS 1881
- CNR DT 204/2006 Istruzioni per la Progettazione, l'Esecuzione ed il Controllo di Strutture di Calcestruzzo Fibro-rinforzato

3.12 Appendice

3.12.1 Caratteristiche dei materiali costituenti i conglomerati cementizi

3.12.1.1 Cemento

Considerazioni generali

Il **cemento** deve essere scelto tra quelli considerati più idonei, tenendo in considerazione:

- le condizioni stagionatura influenti sui tempi di presa ed indurimento;
- le dimensioni della struttura ed i relativi gradienti termici derivanti dallo sviluppo di calore di idratazione;
- l'esposizione agli specifici agenti aggressivi;
- la potenziale reattività degli aggregati nel cemento

In particolare, qualora vi sia l'esigenza di eseguire **getti massivi**, al fine di limitare l'innalzamento della temperatura all'interno del getto in conseguenza della reazione di idratazione del cemento, sarà opportuno utilizzare cementi comuni a basso calore di idratazione contraddistinti dalla sigla LH, contemplati dalla norma UNI EN 197-1.

Se è prevista una classe di esposizione XA, secondo le indicazioni della norma UNI EN 206 o della norma UNI 11104, conseguente ad un'**aggressione di tipo solfatico**, sarà necessario utilizzare **cementi resistenti ai solfati**, in accordo con la UNI EN 197-1 § 6.2.

In caso la classe di esposizione XA sia dovuta al **contatto del conglomerato con acque dilavanti**, è consigliabile l'impiego di **cementi resistenti al dilavamento** secondo UNI 9606.

In caso di **esposizione dell'opera ai cloruri** con le solette da ponte, è raccomandabile l'impiego di **cementi pozzolanici o d'altoforno**, come specificato anche nella UNI 11417-1.

Nel caso di **possibile rischio di reazione alcali-aggregati**, è raccomandabile l'impiego di **cementi con contenuto di alcali ridotto e/o di tipo pozzolanico**, conformemente a quanto indicato nella UNI 11417-2.

La temperatura del cemento al momento del confezionamento del calcestruzzo non dovrà superare il valore di 55°C.

Controlli sul cemento

Controllo della documentazione

In cantiere o presso l'impianto di confezionamento del calcestruzzo, è ammessa esclusivamente la fornitura di cementi di cui al precedente par. 0.

Tutte le forniture di cemento devono essere accompagnate dall'attestato di conformità CE e dalla scheda tecnica indicante le caratteristiche chimico-fisiche del cemento.

Le forniture effettuate da un intermediario, ad esempio un importatore, dovranno essere accompagnate dall'Attestato di Conformità CE rilasciato dal produttore di cemento e completato con i riferimenti ai Documenti di Trasporto dei lotti consegnati dallo stesso intermediario.

La Direzione dei Lavori è tenuta a verificare periodicamente quanto sopra indicato; in particolare, la corrispondenza del cemento consegnato, come rilevabile dalla documentazione anzidetta, con quello previsto per la realizzazione dei calcestruzzi.

Controllo di accettazione

La Direzione dei Lavori potrà richiedere controlli di accettazione sul cemento in arrivo in cantiere; in particolare, nel caso in cui il calcestruzzo sia prodotto da impianto di

preconfezionamento installato all'interno del cantiere stesso e non operante con processo industrializzato (di cui al precedente par. 3.5.1).

Il prelievo del cemento dovrà avvenire al momento della consegna, in conformità alla norma UNI EN 196-7.

L'Impresa dovrà assicurarsi, prima del campionamento, che il sacco da cui si effettua il prelievo sia in perfetto stato di conservazione o, alternativamente, che l'autobotte sia ancora munita di sigilli; il campionamento sarà effettuato in contraddittorio con un rappresentante del produttore di cemento.

Il controllo di accettazione di norma potrà avvenire indicativamente ogni 5.000 tonnellate di cemento consegnato.

Il campione di cemento prelevato sarà suddiviso in almeno tre parti di cui una verrà inviata ad un Laboratorio di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001 scelto dalla Direzione dei Lavori, un'altra è a disposizione dell'impresa e la terza rimarrà custodita, in un contenitore sigillato, per eventuali controprove. Nel caso di specifici requisiti composizionali, potrà essere richiesta la verifica di alcuni parametri, quali ad esempio il contenuto di alcali, il calore d'idratazione, il contenuto di C3A.

Aggiunte minerali

Considerazioni generali

Le aggiunte di tipo I (praticamente inerti), sia di origine naturale che artificiale, dovranno essere conformi ai requisiti previsti nella UNI EN 12620 per i filler.

Per le aggiunte di tipo II (pozzolaniche o ad attività idraulica latente), si farà riferimento alla UNI 11104 § 4.2 ed alla UNI EN 206 § 5.1.6 e § 5.2.5.

La conformità delle aggiunte alle relative norme dovrà essere dimostrata in fase di verifica preliminare delle miscele di cui al successivo precedente 3.5 e, in seguito, ogni qualvolta la Direzione dei Lavori ne faccia richiesta.

Tutte le forniture di cemento devono essere accompagnate dall'attestato di conformità CE e dalla scheda tecnica indicante le caratteristiche chimico-fisiche e prestazionali delle aggiunte.

Le aggiunte di tipo II indicate nella UNI EN 206 § 5.1.6 possono essere prese in conto nella composizione del calcestruzzo introducendo il coefficiente k , definito al § 5.2.5.1 della UNI-EN 206.

Utilizzando un adeguato valore del coefficiente k , funzione del tipo di aggiunta e del tipo di cemento con il quale essa viene combinata, nella valutazione del rispetto dei limiti composizionali contenuti nel Prospetto F.1 della UNI EN 206 e nel prospetto 4 della UNI 11104, sarà possibile:

- sostituire il rapporto “ a/c ” del calcestruzzo con il rapporto “ $a/(c + k \times \text{aggiunta})$ ”;
- sostituire il dosaggio di cemento del calcestruzzo “ c ” con la quantità “ $c + k \times \text{aggiunta}$ ”

Ceneri volanti

Le ceneri volanti (cv) provenienti dalla combustione del carbone, ai fini dell'utilizzazione nel calcestruzzo come aggiunte di tipo II, devono essere conformi ai requisiti della UNI EN 450/1,2 sintetizzati nella tabella riportata nell'Allegato 2 al presente Capitolato (par.3.13.2) e provviste di marcatura CE, in ottemperanza alle disposizioni legislative in materia di norma armonizzata. Le ceneri non conformi alla UNI EN 450, ma conformi alla UNI EN 12620, possono essere utilizzate nel calcestruzzo come aggregato.

Nella seguente Tabella 13 sono riportati i valori del coefficiente k per le ceneri volanti, distinti in funzione del tipo di cemento.

Tabella 13: Valori del coefficiente k per ceneri volanti conformi alla UNI EN 450 (Prosp. 3, UNI 11104)

| Tipo di cemento | Classi di resistenza | Valori di k |
|-----------------|----------------------|---------------|
| CEM I | 32.5 N, R | 0.2 |

| | | |
|-----------|------------------------|-----|
| CEM I | 42.5 N, R 52.5 N, R | 0.4 |
| CEM II/A | 32.5 N, R 42.5 N, R | 0.2 |
| CEM III/A | 32.5 N, R 42.5 N, R | 0.2 |
| CEM IV/A | 32.5 N, R 42.5 N, R | 0.2 |
| CEM V/A | 32.5 N, R 42.5 N, R | 0.2 |

Valgono le seguenti limitazioni:

- in caso di utilizzo con CEM I, il rapporto in massa c_v/c non deve essere superiore a 0,33;
- in caso di utilizzo con CEM II/A, il rapporto in massa c_v/c non deve essere superiore a 0,25;
- la quantità $(c + k \times c_v)$ non deve essere inferiore al dosaggio minimo di cemento richiesto per la specifica classe di esposizione;
- il rapporto $a/(c + k \times c_v)$ non deve essere inferiore al valore massimo del rapporto a/c richiesto per la specifica classe di esposizione

Le normative attualmente in vigore non definiscono un valore limite del rapporto in massa cv/c nel caso di utilizzo in combinazione con cementi diversi dal CEM I e dal CEM II/A.

In attesa di ulteriori sviluppi normativi, si prescrive un valore limite pari a 0,20 del rapporto in massa cv/c nel caso di utilizzo in combinazione con CEM III/A, CEM IV/A e CEM V/A.

Nel caso di utilizzo di quantitativi di cenere superiori a quelli sopra indicati, il quantitativo in eccesso non potrà essere utilizzato nel calcolo della quantità $(c + k \times cv)$ e del rapporto $a/(c + k \times cv)$.

Nel caso vengano impiegate ceneri di classe B o C, con tenore di incombusto $> 5\%$, particolare attenzione dovrà essere posta alla verifica della costanza dei risultati nel raggiungimento della lavorabilità, delle prestazioni meccaniche, del contenuto di aria inglobata e, ove richiesto, anche di aspetti estetici legati alla risalita dell'incombusto in superficie.

Fumo di silice

Il **fumo di silice**(fs) proveniente dalle industrie che producono il silicio metallico e le leghe ferro-silicio, al fine dell'utilizzazione nel calcestruzzo come aggiunta di tipo II, deve essere conforme ai requisiti della UNI EN 13263 parti 1 e 2 per fumi di silice di classe 1, sintetizzati nella tabella riportata nell'Allegato 3 al presente Capitolato (par.3.13.3) e provvisto di marcatura CE, in ottemperanza alle disposizioni legislative in materia di norma armonizzata.

Il **fumo di silice** può essere utilizzato allo stato naturale (in polvere così come ottenuto all'arco elettrico), addensato in particelle di maggiori dimensioni, o come sospensione liquida (c.d. "slurry") di particelle con contenuto secco del 50% in massa, oppure in sacchi di premiscelato contenenti fumo di silice ed additivo superfluidificante. Se impiegato in forma di slurry, il quantitativo di acqua apportato dalla sospensione contenente fumo di silice dovrà essere tenuto in conto nel calcolo del rapporto acqua/cemento equivalente.

Ai fini del **calcolo del rapporto a/c equivalente e del dosaggio di cemento equivalente**, il coefficiente k verrà desunto dal prospetto seguente, che deve intendersi generalmente riferito a fumi di silice utilizzati nel confezionamento di calcestruzzi, impiegando

esclusivamente cementi tipo I e CEM II-A di classe 42, 5N e 42,5R conformi alla UNI EN 197-1:

- per un rapporto acqua/cemento prescritto $\leq 0,45$ $k = 2,0$
- per un rapporto acqua/cemento prescritto $> 0,45$ $k = 2,0$ (eccetto $k = 1,0$ in presenza delle classi di esposizione XC e XF)

L'impiego di **fumo di silice** con cementi diversi da quelli sopra menzionati è subordinato all'approvazione preliminare della Direzione dei Lavori.

Valgono le seguenti **limitazioni**:

- la quantità (cemento + $k \times f_s$) non deve essere inferiore al dosaggio minimo di cemento richiesto per la specifica classe di esposizione;
- il dosaggio minimo di cemento non deve essere diminuito più di 30 kg/m^3 per calcestruzzi in classi di esposizione per le quali il dosaggio minimo di cemento è $\leq 300 \text{ kg/m}^3$;
- il rapporto $a/(c + k \times f_s)$ non deve essere inferiore al valore massimo del rapporto a/c richiesto per la specifica classe di esposizione;
- la quantità massima di fumo di silice che può essere considerata agli effetti del calcolo della quantità $(c + k \times f_s)$ e del rapporto $a/(c + k \times f_s)$ deve soddisfare il requisito: $f_s/c \leq 0.11$

Loppa d'altoforno macinata

La **loppa d'altoforno macinata** (ggbs), ai fini dell'utilizzazione nel calcestruzzo come aggiunta di tipo II, deve essere conforme ai requisiti della UNI EN 15167 parti 1 e 2 sintetizzati nella tabella riportata nell'Allegato 4 al presente Capitolato (par.3.13.4) e provvista di marcatura CE, in ottemperanza alle disposizioni legislative in materia di norma armonizzata.

Per la **loppa d'altoforno macinata** conformi alla UNI EN 15167, impiegata in combinazione con cementi tipo CEM I e CEM II/A conformi alla UNI EN 197-1, si potrà assumere un valore di $k = 0,60$.

La **quantità massima di loppa d'altoforno macinata** che può essere considerata agli effetti del calcolo della quantità $(c + k \times ggbs)$ e del rapporto $a/(c + k \times ggbs)$ deve soddisfare il requisito:

- $ggbs/c \leq 1$

Altri tipi di aggiunta minerale ad attività pozzolanica

Altri tipi di aggiunte minerali ad attività pozzolanica, diversi da quelli sopra menzionati, possono essere impiegati se in possesso di specifico Benestare Tecnico Europeo o di Certificato di Idoneità Tecnica all'impiego in ambito nazionale rilasciato del Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

In assenza di tali certificazioni, questi tipi di aggiunta potranno essere considerati solo come aggiunte di tipo I con relativo obbligo di conformità ai requisiti previsti nella UNI EN 12620 per i filler.

Aggregati

Gli **aggregati** impiegati per il confezionamento del calcestruzzo potranno provenire da vagliatura e trattamento dei materiali alluvionali o da frantumazione di materiali di cava; essi dovranno possedere marcatura CE secondo il D.P.R. n. 246/93 e successivi decreti attuativi. Copia della documentazione dovrà essere custodita dalla Direzione dei Lavori e dall'Impresa. In assenza di tali certificazioni, il materiale non potrà essere posto in opera e dovrà essere allontanato e sostituito con materiale idoneo.

L'attestazione di marcatura CE dovrà essere consegnata alla Direzione Lavori ad ogni eventuale cambiamento di cava.

Gli **aggregati** saranno conformi ai requisiti delle norme UNI EN 12620 e UNI 8520-2 con i relativi riferimenti alla destinazione d'uso del calcestruzzo (§ 4.8 della UNI 8520-2) sintetizzati nella tabella riportata nell'Allegato 5 al presente Capitolato (par. 3.13.5).

La **massa volumica media** del granulo in condizioni s.s.a. (saturo a superficie asciutta) deve essere pari o superiore a 2.300 kg/m^3 . A questa prescrizione si potrà derogare solo in casi

di comprovata impossibilità di approvvigionamento locale, purché sia dimostrato, mediante adeguato studio sui calcestruzzi da confezionare, che vengano rispettate le prescrizioni in termini di resistenza caratteristica a compressione e di durabilità. Per opere caratterizzate da un elevato rapporto superficie/volume, laddove assume un'importanza predominante la minimizzazione del ritiro igrometrico del calcestruzzo, occorrerà preliminarmente verificare che l'impiego di aggregati di minore massa volumica non determini un incremento del ritiro rispetto ad un analogo conglomerato confezionato con aggregati di massa volumica media maggiore di 2.300 kg/m^3 .

Per i calcestruzzi con classe di resistenza a compressione maggiore di C(50/60) dovranno essere utilizzati aggregati di massa volumica maggiore di 2.600 kg/m^3 .

È consentito l'uso di **aggregati grossi provenienti da riciclo** anch'essi con obbligo di marcatura CE, nel rispetto delle limitazioni imposte dal § 11.2.9.2 del D.M. 14/01/2008, purché l'utilizzo non pregiudichi alcuna caratteristica del calcestruzzo, né allo stato fresco, né indurito (si veda nota del succitato Allegato 5 par. 3.13.5).

Per **diametri massimi** fino a 12mm, è consentita la combinazione di sole due classi granulometriche. Oltre tale limite, dovrà essere invece prevista la combinazione di almeno 3 classi.

Acqua di impasto

Per la produzione del calcestruzzo dovranno essere impiegate le acque potabili e quelle di riciclo conformi alla UNI EN 1008:2003, secondo quanto sintetizzato nella tabella riportata nell'Allegato 6 al presente Capitolato (par.3.13.6).

Additivi

Gli **additivi** per la produzione del calcestruzzo devono possedere la marcatura CE ed essere conformi, in relazione alla particolare categoria di prodotto cui essi appartengono (riduttori d'acqua/ fluidificanti, riduttori d'acqua ad alta efficacia/superfluidificanti, ritardanti, acceleranti, aeranti, modificatori di viscosità, ecc.), ai requisiti imposti dai rispettivi prospetti della norma UNI EN 934 (parti 2, 3, 4 e 5).

I prodotti filmogeni antievaporanti dovranno essere conformi alla norma UNI CEN/TS 14754-1.

Il loro utilizzo deve anche prevedere la verifica che il materiale impiegato sia compatibile con prodotti di successive lavorazioni (ad esempio, con primer di adesione). In caso contrario, prima di eseguire il successivo getto, si deve procedere a ravvivare la superficie.

Per altri additivi che non rientrano nelle classificazioni della norma armonizzata, si dovrà verificarne l'idoneità all'impiego in funzione dell'applicazione e delle proprietà richieste per il calcestruzzo.

Ad esempio, nel caso di impiego di additivi riduttori di ritiro (SRA) non rientranti nella UNI EN 934, dovrà essere verificata l'entità di riduzione di ritiro igrometrico secondo UNI 11307:2008, ai dosaggi di impiego previsti, rispetto ad un calcestruzzo di pari composizione, privo dell'additivo.

È onere dell'Impresa verificare preliminarmente i dosaggi ottimali di additivo per conseguire le prestazioni reologiche, fisiche e meccaniche richieste oltre che per valutare eventuali effetti indesiderati. Per la produzione degli impasti, è opportuno che vi sia un impiego costante di additivi fluidificanti/riduttori di acqua o superfluidificanti/riduttori di acqua ad alta efficacia, per limitare il contenuto di acqua di impasto, migliorare la stabilità dimensionale del calcestruzzo e la durabilità delle opere.

La percentuale d'acqua contenuta negli additivi dovrà essere computata nel calcolo del rapporto acqua-cemento, qualora il dosaggio degli additivi superi i 3 litri /m³.

Per le riprese di getto si potrà far ricorso all'utilizzo di ritardanti di presa e degli adesivi per riprese di getto; in ogni caso, dovrà essere evitata qualsiasi soluzione di continuità degli elementi strutturali (vedi par. 3.6.3.5).

Nel periodo invernale, al fine di evitare i danni derivanti dalla azione del gelo, in condizioni di maturazione al di sotto dei 5 °C, oltre che agli additivi superfluidificanti, si farà ricorso all'utilizzo di additivi acceleranti di presa e di indurimento privi di cloruri (vedi par. 3.6.3.3).

Per le strutture sottoposte all'azione del gelo e del disgelo, si farà ricorso all'impiego di additivi aeranti come prescritto dalle norme UNI EN 206 e UNI 11104. Particolare attenzione andrà posta, in questo caso, alla stabilità dell'aria sviluppata nella miscelazione

durante il trasporto e nel caso di impiego di ceneri volanti. La percentuale di aria inglobata andrà comunque verificata al momento del getto, mediante misura sia della massa volumica allo stato fresco, secondo UNI EN 12350/6, sia del volume di aria inglobata, secondo UNI EN 12350/7.

Nel caso di impiego di calcestruzzi auto compattanti (SCC), potrà essere previsto l'impiego di modificatori della viscosità conformi alla UNI EN 934-2 e caratterizzati secondo la UNI EN 480-15.

Tutte le forniture degli additivi dovranno essere accompagnate dall'attestato di conformità CE o, in assenza di norma armonizzata con obbligo di marcatura CE, da altra certificazione del produttore secondo le norme volontarie in vigore e dalla scheda tecnica indicante le caratteristiche chimico-fisiche e prestazionali dei prodotti.

La Direzione Lavori, oltre a verificare suddetta documentazione, in fase di accettazione potrà richiedere la verifica di alcune caratteristiche come indicato nella tabella riportata nell'Allegato 7 al presente Capitolato (par. 3.13.7).

Agenti espansivi non metallici

Per il confezionamento di **calcestruzzi a ritiro compensato** (vedi par. 3.5.2.4) si potrà fare uso di **agenti espansivi non metallici**, per lo più a base di ossido di calcio, conformi alla UNI 8146, come sintetizzato nella tabella riportata nel succitato Allegato 7 (par.3.13.7); in particolare:

- i tempi di inizio e fine presa misurati secondo UNI 7123 del calcestruzzo contenente l'agente espansivo non devono variare di più di ± 30 min rispetto a quelli del calcestruzzo non additivato di pari classe di consistenza;
- la resistenza a compressione a 28 giorni, misurata secondo UNI EN 12390/3 sul calcestruzzo contenente l'agente espansivo, non deve risultare inferiore a quella del calcestruzzo non additivato di pari classe di consistenza;
- l'espansione contrastata secondo UNI 8148:
 - con metodo A (a 20°C in acqua satura di calce) dovrà essere a 7 giorni > 200 $\mu\text{m}/\text{m}$; a 28 giorni non inferiore di quella registrata a 7 giorni;

- con metodo B (a 20°C nei primi 2 gg a UR >95% e con protezione di pellicola plastica, poi all'aria con UR 55+5%), la norma non prevede dei limiti, che andranno concordati con il produttore (si vedano par.0 e par.3.5.2.4).

La fornitura degli espansivi dovrà essere accompagnata da una certificazione del produttore, che attesti la conformità del prodotto ai requisiti sopraelencati e dalla scheda tecnica indicante le caratteristiche chimico-fisiche e prestazionali dei prodotti.

La Direzione Lavori, oltre a verificare suddetta documentazione, in fase di accettazione potrà richiedere la verifica di alcune caratteristiche come indicato nella tabella di cui in Allegato 7 (par. 3.13.7).

3.12.1.2 Fibre

Fibre per uso strutturale

Caratteristiche tecniche

Per il confezionamento di calcestruzzi fibro-rinforzati o di calcestruzzi proiettati si potranno impiegare le seguenti fibre per uso strutturale:

- metalliche conformi alla UNI EN 14889-1;
- polimeriche conformi alla UNI EN 14889-2.

Le fibre metalliche in acciaio presentano un elevato rapporto d'aspetto (definito come il rapporto tra la lunghezza della fibra e il suo diametro equivalente) e per migliorare ulteriormente l'ancoraggio delle fibre al calcestruzzo, le estremità spesso vengono sagomate.

Le fibre polimeriche in polipropilene ad alto modulo elastico oltre a contrastare il fenomeno fessurativo della matrice cementizia garantiscono un aumento della resistenza a trazione del calcestruzzo. Possono avere diverse forme, oltre a quella semplicemente rettilinea

Le fibre per uso strutturale comunemente impiegate nei materiali cementizi, hanno una lunghezza variabile tra 1 e 80 mm e un rapporto d'aspetto compreso tra 50 e 400.

Il dosaggio minimo delle fibre per uso strutturale deve essere \geq allo 0,3% in volume. I dosaggi normalmente impiegati per le fibre in acciaio variano da 25 a 60 kg/m³ cui corrispondono percentuali volumetriche comprese tra 0,30% e 0,75%.

Relativamente alle fibre metalliche e polimeriche la Direzione Lavori, oltre a verificare la presenza dell'attestato di conformità CE e della scheda tecnica indicante le caratteristiche chimico-fisiche e prestazionali dei prodotti - in fase di accettazione - potrà richiedere la verifica di alcune caratteristiche, come indicato nella tabella di cui al succitato Allegato 8, par. 3.13.8, oltre che come riportato anche al successivo par. 3.1.3 per i calcestruzzi fibrorinforzati.

3.12.1.3 Caratteristiche dei conglomerati cementizi

Reologia degli impasti e granulometria degli aggregati

Gli aggregati per il confezionamento del calcestruzzo, oltre a soddisfare le prescrizioni precedentemente riportate, dovranno appartenere a non meno di tre classi granulometriche diverse.

La percentuale di impiego di ogni singola classe granulometrica verrà stabilita dal produttore con l'obiettivo di conseguire la massima densità dell'impasto, garantendo i requisiti di lavorabilità e di resistenza alla segregazione di cui ai punti seguenti.

La curva granulometrica ottenuta dalla combinazione degli aggregati disponibili, inoltre, sarà quella capace di soddisfare le esigenze di posa in opera richieste dall'impresa (ad esempio, il pompaggio), quelle di resistenza meccanica a compressione e di durabilità richieste per il conglomerato.

La dimensione nominale massima dell'aggregato (D_{MAX}) è funzione delle dimensioni dei copriferri ed interferri, delle caratteristiche geometriche delle casseforme, delle modalità di getto e del tipo di mezzi d'opera. Essa sarà definita dalle prescrizioni di progetto per ciascuna tipologia di calcestruzzo (vedi Tabella 2 riportata nel successivo par. 3.1.2).

In assenza di altro specifico riferimento, si considerino le seguenti limitazioni:

- D_{MAX} < copriferro

- DMAX < interfero minimo – 5 mm
- DMAX < ¼ della sezione minima della struttura

Lavorabilità

La **misura della lavorabilità** verrà condotta in accordo alla UNI-EN 206 e UNI EN 206-9 (Regole complementari per il calcestruzzo autocompattante), dopo aver proceduto a scaricare dalla betoniera almeno 0,3 m³ di calcestruzzo, ovvero a 1/5 dello scarico, e sarà effettuata mediante differenti metodologie.

In particolare, la lavorabilità del calcestruzzo dovrà essere definita mediante:

- tempo di vibrazione Vebè (UNI EN 12350-3), in caso di calcestruzzi a consistenza asciutta soprattutto se con comportamento tixotropico;
- il valore dell'abbassamento al cono di Abrams (UNI-EN 12350-2), che definisce la classe di consistenza o uno slump numerico di riferimento oggetto di specifica, per abbassamenti fino a 230 mm;
- la misura del diametro di spandimento alla tavola a scosse (UNI-EN 12350-5), per abbassamenti superiori a 230 mm; la ripetizione della misura di spandimento dopo 60' dal confezionamento potrà essere indicata per il controllo della segregazione della miscela;
- per i calcestruzzi autocompattanti (SCC), la misura dello spandimento (slump-flow) e del tempo di spandimento (UNI-EN 12350-8) e della segregazione mediante setacciatura (UNI EN 12350-11). In relazione alla severità delle condizioni di getto (funzione ad esempio della densità delle armature, della geometria della struttura, della distanza di scorrimento), una eventuale caratterizzazione reologica più completa potrà essere richiesta secondo le procedure delle UNI-EN 12350 - 9, 10 e 12

I limiti e le tolleranze per le varie **classi di consistenza** sono quelli definiti nel prospetto 11 della UNI EN 206 e nella UNI EN 206-9 per i calcestruzzi auto compattanti.

Se il conglomerato cementizio viene pompato, il valore della lavorabilità dovrà essere misurato prima dell'immissione nella pompa.

Rapporto acqua/cemento

Il **quantitativo di acqua efficace** a_{eff} da prendere in considerazione nel calcolo del rapporto a/c equivalente è quello realmente a disposizione dell'impasto, dato dalla somma di:

- (a_{aggr}): quantitativo di acqua ceduto o sottratto dall'aggregato se caratterizzato rispettivamente da un tenore di umidità maggiore o minore dell'assorbimento (cioè del tenore di umidità che individua la condizione di saturo a superficie asciutta);
- (a_{add}): aliquota di acqua introdotta tramite gli additivi liquidi (se utilizzati in misura superiore a 3 l/m³) o le aggiunte minerali in forma di slurry;
- (a_m): aliquota di acqua introdotta nel mescolatore/autobetoniera;

ottenendo la formula:

$$a_{eff} = a_m + a_{aggr} + a_{add}$$

Il **rapporto acqua/cemento** sarà quindi da considerarsi come un rapporto acqua/cemento equivalente, individuato dall'espressione più generale:

$$\left(\frac{a}{c}\right)_{eq} = \frac{a_{eff}}{(c + K_{cv} * cv + K_{fs} * fs)}$$

nella quale vengono considerate le eventuali **aggiunte di tipo II** (vedi precedente par. 0) all'impasto nell'impianto di betonaggio.

I termini utilizzati nell'espressione precedente sono:

- c: dosaggio di cemento per m³ di impasto;
- agg_{II} : dosaggio dell'aggiunta minerale di tipo II (ceneri volanti, fumo di silice, loppa d'altoforno o altra sottoposta a benessere tecnico europeo) per m³ di impasto;
- K_{II} : coefficiente di equivalenza della aggiunta minerale di tipo II desunti dalle norme UNI-EN 206 ed UNI 11104 (vedi precedenti par. 0, par. 0 e par. 0), ovvero da uno specifico benessere tecnico europeo

L'attuale panorama normativo non consente di valutare uno o più coefficienti K_{II} da utilizzare nel caso di uso combinato di più aggiunte minerali di tipo II. In tal caso, sarà

pertanto possibile considerare, ai fini del calcolo del rapporto $(a/c)_{eq}$ soltanto una delle aggiunte utilizzate.

La stessa limitazione vale anche per la definizione del dosaggio complessivo di legante, ai fini del confronto con il valore di c_{min} prescritto nel prospetto F della UNI EN 206 e nel prospetto 4 della UNI 11104.

Le **modalità per la verifica del rapporto acqua-cemento** in corso d'opera si articolano in tre fasi:

- in fase di carico della miscela all'impianto di betonaggio, attraverso il controllo della taratura delle sonde di lettura dell'umidità degli aggregati mediante essiccazione diretta degli stessi prima del carico e della verifica dei dosaggi effettivi e della resa dei vari componenti risultanti dai tabulati di carico tenendo conto dell'umidità degli aggregati, del loro assorbimento d'acqua e della misura diretta della massa volumica a fresco;
- in cantiere o all'impianto di betonaggio, attraverso la misura della densità di un campione di calcestruzzo e della sua essiccazione secondo la procedura UNI 11201. Secondo questo metodo di misura l'acqua efficace viene calcolata sottraendo a quella totale direttamente misurata la quantità di acqua assorbita dagli aggregati desunta dalle percentuali calcolate nella rese delle pesate dell'impianto. Anche il rapporto acqua-cemento viene calcolato sulla base del dosaggio di cemento risultante dalla resa volumetrica del calcestruzzo campionato rilevata nella prima fase di verifica;
- in fase di controllo di accettazione della resistenza caratteristica, verificando che il valore della resistenza media corrisponda al valore ottenuto durante la fase di qualifica della miscela e che il valore caratteristico, calcolato secondo il tipo di controllo di accettazione prescelto (vedi successivo par. 5.1), sia comunque superiore al valore minimo prescritto

Il valore del rapporto a/c registrato nelle prove di prequalifica con tutte le tre fasi di verifica non deve discostarsi di ± 0.02 da quello nominale.

Nelle fasi qualifica e di accettazione in cantiere, il rapporto a/c non deve discostarsi di ± 0.03 da quello verificato in fase di prequalifica della miscela.

Massa volumica

La misura della **massa volumica** a fresco dovrà essere misurata secondo UNI EN 12350-6.

I valori rilevati in qualifica non si dovranno discostare di più del 3% da quelli nominali definiti nel dossier di prequalifica.

La massa volumica allo stato indurito dovrà essere misurata secondo UNI EN 12390-7.

Secondo quanto definito al § 5.5.2 della UNI EN 206, per i calcestruzzi di massa volumica ordinaria (non leggeri o pesanti), la massa volumica a secco dovrà essere compresa tra 2.000 kg/m^3 e 2.600 kg/m^3 .

Nelle varie fasi di controllo, la massa volumica dovrà essere misurata su tutti i provini stagionati UR>95% o in acqua sottoposti alle prove meccaniche di cui ai punti successivi.

Il valore rilevato non si dovrà discostare di oltre +50 kg/mc rispetto a valore nominale a fresco definito nel dossier di prequalifica.

Contenuto di aria

Qualora sia prevista una classe di esposizione ambientale di tipo XF (strutture soggette a cicli di gelo/disgelo in presenza o meno di sali disgelanti) e, quindi, sarà impiegato un additivo aerante, contestualmente alla misura della lavorabilità del conglomerato, dovrà essere determinato il **contenuto di aria nel calcestruzzo**, in accordo alla procedura descritta alla norma UNI EN 12350-7 basata sull'impiego del porosimetro.

Il contenuto di aria in ogni miscela prodotta (espresso in percentuale) dovrà essere conforme a quanto prescritto nella succitata Tabella 2 riportata nel successivo par. 3.1.2, tenendo conto del diametro massimo dell'aggregato (D_{\max}) e delle tolleranze ammesse ivi riportate.

Particolare attenzione dovrà essere prestata alla stabilità dello sviluppo dell'aria durante il tempo di trasporto ed alla eventuale riduzione della stessa, con necessità di incrementare il dosaggio di additivo aerante in caso di utilizzo di cenere volante da carbone.

Acqua di bleeding

L'essudazione di acqua dovrà risultare non superiore allo 0,1%, in conformità alla norma UNI 7122, ovvero alla UNI EN 480/4.

Misura della temperatura del calcestruzzo al getto

La **temperatura dell'aria e del calcestruzzo, al momento del getto**, dovranno essere verificate con l'approssimazione di almeno 1°C e dovranno essere rispettare i limiti specificati nei successivi par. 3.6.3.3 e par. 3.6.3.4.

Contenuto di cloruri nel calcestruzzo

Il **contenuto di cloruri nel calcestruzzo**, espresso come percentuale sul dosaggio del cemento, dovrà essere verificato sulla base della ricetta nominale e qualificata come sommatoria dei contributi derivanti dai singoli componenti (§ 5.2.7 UNI EN 206).

Il totale dovrà essere conforme ai limiti definiti nel prospetto 10 della UNI EN 206.

Grado di compattazione

Il **grado di compattazione** g_c è il rapporto tra la massa volumica misurata secondo UNI EN 12390/7 su un campione estratto dalla struttura e quello misurato sul provino confezionato conformemente alla UNI 12390/1.

Dovrà essere garantito un $g_c > 0,97$ riferito a campioni di calcestruzzo saturi a superficie asciutta.

Tempo di presa

Qualora richiesto, i tempi di inizio e fine presa verranno valutati su calcestruzzo vagliato a 5mm con apparecchio proctor, secondo la UNI 7123.

I limiti di accettazione saranno definiti in base alle esigenze di scasso e/o di lavorazioni dello specifico progetto.

Requisiti aggiuntivi

Di seguito sono indicate **ulteriori prove per le miscele di calcestruzzo**, relative a requisiti aggiuntivi eventualmente richiesti da progetto e da verificare durante la fase di qualifica.

Le prove raccomandabili in relazione alle varie tipologie strutturali previste nella già citata Tabella 2 sono quindi riportate nella Tabella 3 di cui al precedente par. 3.1.2.

Resistenza a trazione indiretta

La misura della **resistenza a trazione indiretta** su calcestruzzo verrà eseguita secondo UNI EN 12390/6, su una coppia di provini cilindrici 15×30cm confezionati e stagionati secondo UNI EN 12390/1,2.

Resistenza a flessione

La misura della **resistenza a flessione** su calcestruzzo verrà eseguita secondo UNI EN 12390/7, su una coppia di provini prismatici 15×15×60cm confezionati e stagionati secondo UNI EN 12390/1,2.

In caso di calcestruzzi fibro-rinforzati (vedi precedente par. 3.5.2.4), la prova andrà eseguita anche su una coppia di travi intagliate in mezzera, secondo la procedura UNI 111039 o UNI EN 14651, con relativo calcolo degli indici di duttilità.

Modulo elastico statico e dinamico

Le misure del **modulo elastico** vengono eseguite a su provini confezionati e stagionati secondo UNI EN 12390/1,2, fino alla stagionatura oggetto di verifica secondo le indicazioni di progetto.

La misura del **modulo elastico statico** (E_s) su calcestruzzo verrà eseguita secondo la UNI 6556, utilizzando una terna di provini cilindrici 15×30 cm per la misura della resistenza a compressione e altri tre per la misura del modulo elastico attraverso tre cicli di carico e successiva rottura.

La misura **del modulo elastico dinamico** (E_d) è invece effettuata misurando la velocità delle onde ultrasoniche (v) secondo UNI EN 12504/4, mentre la massa volumica (M_v) sul calcestruzzo indurito secondo UNI EN 12390/7 e utilizzando la seguente correlazione:

$$E_d = v^2 \times M_v \times 0,83$$

Di norma, la prova viene eseguita sugli stessi provini del modulo elastico statico come controllo preliminare e per verificare la correlazione E_s/E_d , generalmente compresa tra 0,65 e 0,85, in funzione della classe di resistenza a compressione del calcestruzzo.

Deformazione viscosa

La misura della **deformazione viscosa** o creep su provini confezionati e stagionati secondo UNI EN 12390/1,2 fino a 28 giorni (a meno di altra specifica indicazione).

La prova viene eseguita secondo ASTM C1609, su una coppia di provini cilindrici 15×30 cm per la misura della resistenza a compressione, un'altra coppia per la misura della deformazione viscosa e due per il ritiro igrometrico nello stesso ambiente di prova della deformazione viscosa (necessari per il successivo calcolo della creep puro).

Ritiro idraulico libero

Il **ritiro igrometricouniassiale** per calcestruzzi con diametro massimo fino a 30mm viene misurato secondo la procedura UNI 11307 (metodo A assiale o metodo B superficiale), su una terna di provini prismatici conformi alla UNI EN 12390/1, di lunghezza inferiore a 600mm (di norma 10×10×50cm) in condizioni standard di 20°C e UR 50+5%. Differenti tipi di stagionatura potranno essere richiesti per simulare le reali condizioni di esposizione della struttura.

A livello compositivo, la riduzione del ritiro può essere ottenuta sia agendo sui parametri rapporto acqua-cemento e rapporto aggregato-cemento, sia mediante uso di agenti antiritiro ed espansivi.

Il **ritiro idraulico** nelle reali condizioni dovrà essere valutato utilizzando varie formule disponibili in letteratura considerando, oltre al tipo di calcestruzzo caratterizzato dal ritiro standard misurato come sopra indicato, anche la condizione ambientale di getto e di prima stagionatura, la dimensione e la geometria dell'elemento.

I limiti di accettabilità andranno quindi definiti in base alle specifiche esigenze di progetto ed alle reali condizioni costruttive.

Espansione contrastata

L'**espansione contrastata** su calcestruzzi a ritiro compensato (vedi precedenti par 3.5.2.4 e par. 3.5.3.3) andrà misurata secondo UNI 8148, metodo B (a 20°C nei primi 2 giorni a UR >95% e con protezione di pellicola plastica, poi all'aria con UR 55+5%). Con questo metodo, la norma non prevede dei limiti, che andranno definiti in base alle specifiche esigenze di progetto.

In funzione del sistema espansivo adottato (ad es. a base ossido di calcio o solfo alluminato tetra calcico), il dosaggio di prodotto e l'espansione a breve termine andranno verificate in modo da garantire un'espansione residua a 90gg $\geq 0 \mu\text{m}/\text{m}$.

Permeabilità all'acqua

La **permeabilità all'acqua** viene misurata secondo la UNI EN 12390-8, su provini stagionati in acqua per 28 giorni.

In accordo al §7.1 delle LL.GG. per il calcestruzzo strutturale, un calcestruzzo viene definito impermeabile quando la penetrazione massima dell'acqua è $\leq 50\text{mm}$ e quella media $\leq 20\text{mm}$.

Gradiente e ritiro termico

Nel caso di **calcestruzzi massivo**, comunque, in tutti i casi si ipotizzino condizioni di elevato gradiente termico (ad esempio, nel caso di getto in clima molto freddo, anche per strutture non propriamente massive), dovrà essere eseguito un controllo termico in grado di rilevare i seguenti parametri:

- misura della temperatura di picco raggiunta nel nucleo del getto ($T_{\text{max cls}}$);
- misura della differenza tra la temperatura del calcestruzzo fresco al momento del getto e la temperatura massima di picco, misurata nel nucleo della struttura ($\delta T_{1\text{max}}$);
- misura della differenza tra la massima temperatura registrata con la sonda posizionata all'estradosso della gabbia di armatura o, in assenza di armatura, a 3cm dal cassero e la temperatura ambiente ($\delta T_{2\text{max}}$);
- misura 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 ($\delta T_{3\text{max}}$).

L'Impresa dovrà definire, per ogni condizione di temperatura ambiente, modalità e tempi di cassetatura in modo che, fino alla rimozione dei casseri, siano soddisfatte tutte le seguenti condizioni:

- $T_{\text{max}} \leq 65^{\circ}\text{C}$
- $\delta T_{1\text{max}} < 50^{\circ}\text{C}$
- $\delta T_{2\text{max}} \leq 20^{\circ}\text{C}$
- $\delta T_{3\text{max}} \leq 20^{\circ}\text{C}$

Eventuali deroghe ai valori di $\delta T_{2\max}$ e $\delta T_{3\max}$, fino ad un massimo di 30°C, potranno essere concesse, previa verifica dell'assenza di fessurazione mediante appositi getti di prova in scala reale.

La determinazione di T_{\max} e dei vari gradienti deve essere effettuata con i seguenti controlli:

- in fase di prequalifica in laboratorio mediante una prova adiabatica o semiadiabatica da concordare con il committente e/o con la Direzione Lavori su un campione di calcestruzzo tale da poter essere ritenuto rappresentativo per la singola opera in oggetto;
- in sito, in condizioni ambientali più prossime a quelle di prevista fase di getto, mediante la realizzazione di un prototipo da concordare con il committente e/o con la Direzione Lavori, opportunamente dimensionato e strumentato con termocoppie annegate nel calcestruzzo e posizionate nei punti sopradescritti.

Per la scelta del cemento più idoneo e l'ottimizzazione del suo dosaggio secondo quanto di seguito riportato nel succitato par.3.1.3, a parità di rapporto a/c, si dovrà procedere in fase di qualifica ad una prova di confronto in calcestruzzo, utilizzando diversi tipi di cementi ed eventuali aggiunte minerali di tipo II (es. cenere volante, loppa d'altoforno), con calore di idratazione trascurabile.

Per quanto riguarda le precauzioni relative ai tipi di casserature ed ai tempi di scassero da adottare per minimizzare i gradienti termici $\delta T_{2\max}$ e $\delta T_{3\max}$, si rimanda al par.3.1.3.

3.12.2 Specificazione dei calcestruzzi proiettati

I **calcestruzzi proiettati** dovranno essere specificati come conglomerati a prestazione garantita, con riferimento alla classificazione riportata al precedente par. 3.1.3 ed ai requisiti indicati al § 5 della UNI EN 14487-1.

In ogni caso, dovranno essere prescritti i seguenti parametri:

- classe di consistenza (se si impiega il processo per via umida);
- classe di resistenza;

- classe di esposizione ambientale;
- dimensione massima dell'aggregato;
- classe di contenuto di cloruri;
- resistenza residua e/o capacità di assorbimento di energia (per calcestruzzi fibrorinforzati);
- categoria di ispezione (UNI EN 14487-1, §7.2).

La **categoria di ispezione**, in una scala da 1 a 3, definisce il tipo e la frequenza dei controlli che devono essere eseguiti in corso di applicazione del calcestruzzo proiettato.

La scelta della categoria di ispezione deve essere fatta dal progettista, in funzione del tipo e dell'importanza dell'opera, della vita di servizio richiesta e del grado di rischio connesso.

In ogni caso, dovranno essere specificate almeno le categorie di ispezione riportate nella seguente Tabella 14.

Tabella 14: Calcestruzzi proiettati: categorie minime di ispezione in funzione della tipologia e destinazione d'uso.

| Tipo di intervento | Categoria |
|--|------------------|
| Pre-rivestimenti di gallerie secondarie con funzione portante temporanea (se non esiste distinzione tra secondaria e principale, considerare tutto in categoria 3) | 2 |
| Pre-rivestimenti di gallerie principali anche con funzione portante temporanea o pre-rivestimenti aventi funzione portante in servizio | 3 |
| Stabilizzazione di scavi temporanei | 1 |
| Stabilizzazione permanente di pendii di medie dimensioni | 2 |
| Stabilizzazione di pendii di grandi dimensioni e/o in presenza di movimenti franosi | 3 |
| Consolidamento di elementi portanti e non portanti di ponti viadotti e rivestimenti definitivi di gallerie, ecc. | 3 |

3.12.3 Acciaio per c.a.: zincatura a caldo per immersione

Il **trattamento preliminare** comprende le operazioni di sgrassaggio decapaggio, risciacquo, flussaggio, essiccamento e preriscaldamento a 400 - 430 K.

Dovrà essere impiegato zinco vergine o di prima fusione in pani da fonderia, corrispondente alla designazione Zn 99,99 delle Norme UNI EN 1179/05, avente contenuto minimo di zinco del 99,99%. Il **bagno di zinco** fuso dovrà avere temperatura compresa tra 710-723°K; in nessun caso, dovrà essere superata la temperatura massima di 730°K.

Il **tempo di immersione** delle barre nel bagno di zinco sarà variabile in funzione del loro diametro e del peso del rivestimento in zinco, che non dovrà mai discostarsi di +10% dalla quantità di 610 g/m² di superficie effettivamente rivestita, corrispondente ad uno spessore di 85 gm ± 10%.

Seguirà il **trattamento di cromatazione**, se previsto in progetto, per impedire eventuali reazioni tra le barre e il calcestruzzo fresco.

NOTA Il rivestimento di zinco dovrà presentarsi regolare, uniformemente distribuito, privo di zone scoperte, di bolle, di macchie di flusso, di inclusioni, di scorie, di macchie acide o nere. Dovrà essere aderente alla barra, in modo da non poter venire rimosso da ogni usuale processo di movimentazione, lavorazione e posa in opera.

NOTA Barre eventualmente incollate assieme dopo la zincatura e barre che presentano gocce e/o punte aguzze saranno rifiutate.

3.13 ALLEGATI

3.13.1 ALLEGATO 1: CONTROLLI SUL CEMENTO

| | DESCRIZIONE CONTROLLO (norma) | LIMITI DI ACCETTABILITA' | | CONTROLLI FASE PREQ. E QUALIFICA * | CONTROLLI FASE ACCETTAZ .** | | | | | | |
|------------------|---|---------------------------------|--|---|---|------------------|---|------------------|--|----------|----------|
| | | NOR MA | VALORI CARATTERISTICI (tolleranze singoli valori) | | | | | | | | |
| A1 | Cemento | | | | | | | | | | |
| A 1.1 | Verifica documentazione: | | | | | | | | | | |
| A 1.1.1 | Verifica attestato conformità CE (compresi valori C3A, K ₂ O e Na ₂ O in caso richiesta cem SR o rischio ASR) | UNI EN 197- 1/ 2011 | Attestazione sistema 1+ | SI | Ogni fornitura | | | | | | |
| A 1.1.2 | Verifica scheda tecnica produttore | | | SI | Inizio fornitura | | | | | | |
| A 1.2 | Verifica dei requisiti chimici: | | | | | | | | | | |
| A 1.2.1 | perdita al fuoco(UNI EN 196-2) | | per CEM I e CEM III ≤ 5,0% | R | X | | | | | | |
| A 1.2.2 | residuo insolubile (UNI EN 196-2) | | per CEM I e CEM III ≤ 5,0% | | | | | | | | |
| A 1.2.3 | solforati (UNI EN 196-2) | UNI EN 197/1 Tab4 | <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%; text-align: center;">≤3% (+0,5)</td> <td>Per CEM I SR, CEM IV/A SR e CEM IV/B SR classi 32.5N, 32.5R e 42.5R</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">≤ 3,5% (+0,5)</td> <td>per CEM I, CEM II (tranne B-T), CEM IV e CEM V, per le classi 32.5N-32.5R-42.5N Per CEM I SR, CEM IV/A SR e CEM IV/B SR classi 42.5R, 52.5N e 52.5R</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">≤ 4,0% (+0,5)</td> <td>per CEM I, CEM II (tranne B-T), CEM III (tranne III/C), CEM IV e CEM V, per le classi 42.5R-52.5N-52.5R;</td> </tr> </table> | ≤3% (+0,5) | Per CEM I SR, CEM IV/A SR e CEM IV/B SR classi 32.5N, 32.5R e 42.5R | ≤ 3,5% (+0,5) | per CEM I, CEM II (tranne B-T), CEM IV e CEM V, per le classi 32.5N-32.5R-42.5N Per CEM I SR, CEM IV/A SR e CEM IV/B SR classi 42.5R, 52.5N e 52.5R | ≤ 4,0% (+0,5) | per CEM I, CEM II (tranne B-T), CEM III (tranne III/C), CEM IV e CEM V, per le classi 42.5R-52.5N-52.5R; | R | X |
| ≤3% (+0,5) | Per CEM I SR, CEM IV/A SR e CEM IV/B SR classi 32.5N, 32.5R e 42.5R | | | | | | | | | | |
| ≤ 3,5% (+0,5) | per CEM I, CEM II (tranne B-T), CEM IV e CEM V, per le classi 32.5N-32.5R-42.5N Per CEM I SR, CEM IV/A SR e CEM IV/B SR classi 42.5R, 52.5N e 52.5R | | | | | | | | | | |
| ≤ 4,0% (+0,5) | per CEM I, CEM II (tranne B-T), CEM III (tranne III/C), CEM IV e CEM V, per le classi 42.5R-52.5N-52.5R; | | | | | | | | | | |

| | | | | | | |
|--------------|---|--------------------|---|---|--------------------------|------------------------------|
| | | | ≤ 4,5% (+0,5) | per CEM II/B-T e CEM III/C | | |
| A 1.2.4 | Cloruri (UNI EN 196-2) | | ≤ 0,10% | il CEM III può contenere più del 0,10% dichiarando il contenuto effettivo | R | X |
| A 1.2.5 | Pozzolanicità (UNI EN 196-5) | | esito positivo o prova | per CEM IV tutte le classi (positiva a 8gg in caso di CEM IV SR) | | |
| A 1.2.6 | Determinazione del contenuto di C ₃ A (UNI EN 196-2) | UNI EN 197/1 Tab5 | verifica solo nel caso di cem resistenti ai solfati =0% CEM I-SR0, ≤3% CEM I-SR3, ≤5% CEM I-SR5 ≤9% per CEM IV/A SR e CEM IV/B SR Per tutte le classi (+1%) | | R solo per cem SR | Solo Inizio fornitura |
| A 1.3 | Verifica dei requisiti fisici e meccanici: | | | | | |
| A 1.3.1 | resistenza a compressione iniziale a 2 gg (N/mm ²) | UNI EN 197/1 Tab 3 | ≥ 10 (-2) | per classe 32.5R-42.5N-52.5L | R | X |
| | | | ≥ 20 (-2) | per classe 42.5R-52.5N | | |
| | | | ≥ 30 (-2) | per classe 52.5R | | |
| A 1.3.2 | resistenza a compressione iniziale a 7 gg (N/mm ²) | | ≥ 12 (-2) | per classe 32.5L | R | X |
| | | | ≥ 16 (-2) | per classe 32.5N | | |
| | | | ≥ 16 (-2) | per classe 42.5L | | |
| A 1.3.3 | resistenza a compressione normalizzata a 28 gg (N/mm ²) | | ≥ 32,5 (-2,5) e ≤ 52,5 | per classe 32.5-32.5R | R | X |
| | | | ≥ 42,5 (-2,5) e ≤ 62,5 | per classe 42.5-42.5R | | |
| | | | ≥ 52,5 (-2,5) | per classe 52.5-52.5R | | |
| A | tempo di inizio presa | | ≥ 75 (-15) | per classe 32.5L-32.N- | R | X |

| | | | | | | |
|------------|--|----------------------------------|------------------|------------------------------|--|--|
| 1.3.4 | (minuti) | | | 32.5R | | |
| | | | ≥ 60 (-10) | per classe 42.5L-42.5N-42.5R | | |
| | | | ≥ 45 (-5) | per classe 52.5L-52.5N-52.5R | | |
| A 1.3.5 | Stabilità (espansione) (mm) | | ≤10 | Per tutti i cementi | | |
| A 1.3.6 | Calore idrataz. (41h UNI EN 196/8, 7gg UNI EN 196/9) | § 7.2.3 UNI EN 197/1 | ≤270J/g (+30) | Per tutti i cementi | | |

***Salvo specifiche richieste del DL legate a particolari criticità dell'opera (vedi prove R raccomandabili)**, in caso di impianto di produzione del calcestruzzo con certificazione FPC, i controlli sulle materie prime in fase di qualifica possono essere limitati alla verifica documentale delle certificazioni CE.

****Frequenza delle prove:** prove ogni **500 ton** o ogni **1500mc cls** in corso d'opera. Ogni **3000 ton** o ogni **10.000mc cls** nel caso di consegna mensile dell'attestato di conformità del cementificio riportante i risultati dei controlli di produzione del mese precedente ed i parametri statistici sugli ultimi 6 mesi di produzione. Rimane facoltà del DL richiedere ulteriori verifiche e diverse frequenze rispetto a quelle indicate in Tabella A.1 in caso di particolari criticità della fornitura e dell'opera.

3.13.2 ALLEGATO 2: CONTROLLI SULLE CENERI VOLANTI

| | DESCRIZIONE CONTROLLO (norma) | LIMITI DI ACCETTABILITA' | | CONTROLL O FASE PREQ. E QUALIFICA * | CONTROLL O FASE ACCETTAZ. ** |
|--------------|----------------------------------|--------------------------|--|---|--|
| | | NORMA | VALORE CARATTERISTICO (tolleranza su singolo valore) | | |
| A2 | Ceneri volanti | UNI EN | | | |
| A 2.1 | Verifica documentazione: | 450-1/ 2012 | | | |
| A 2.1.1 | Verifica attestato conformità | | Attestazione sistema 1+ | X | Ogni |

AUTOSTRADA A31 TRENTO - ROVIGO
TRONCO TRENTO - VALDASTICO - PIOVENE ROCCHETTE

| | CE | | | | fornitura | |
|--------------|---|---|---|--|-----------|------------------|
| A 2.1.2 | Verifica scheda tecnica produttore | | | | X | Inizio fornitura |
| A 2.1.3 | Verifica dosaggio previsto nella ricetta qualificata | §5.2.5.2.2 UNI EN 206-1/2006 Fpr EN 206/1-2013 +§4.2 UNI 11104 | con CEM I: $cv/c \leq 0,33$; $k=0,4$ con CEM II/A, $cv/c \leq 0,25$; $k=0,2$ con CEM III/A, CEM IV/A e CEM V/A $cv/c \leq 0,20$ (indicaz. CSA) $(c + k \times cv) \geq cem \text{ min.}$ Classi esp. UNI 11104 $a/(c + k \times cv) \leq a/c \text{ max.}$ Classi esp. UNI 11104 | | X | X |
| A 2.2 | Verifica dei requisiti chimici: | | | | | |
| A 2.2.2 | perdita al fuoco (1 ora EN 196-2) | | Cat. A $\leq 5\%$ - tolleranza +2% Cat. B $\leq 7\%$ - tolleranza +2% Cat. C $\leq 9\%$ - tolleranza +2% | | R | X |
| A 2.2.3 | Cl ⁻ (cloruri) (UNI EN 196/2) | | $\leq 0,1\%$ | | R | X |
| A 2.2.4 | SO ₃ (anidride solforica) (UNI EN 196/2) | | $\leq 3\%$ - tolleranza +0,5% | | R | X |
| A 2.2.5 | ossido di calcio libero (UNI EN 451-1) | § 5 e 8 EN 450-1 | $\leq 1,5\%$ tolleranza +0,1% - sono ammessi contenuti > del 1,5% purché le ceneri siano conformi con il requisito di stabilità | | R | X |
| A 2.2.6 | Ossido di calcio reattivo (UNI EN 196-2) | | $\leq 10\%$ - tolleranza +1% | | | |
| A 2.2.7 | Ossido di silicio reattivo (UNI EN 197-1) | | $\geq 25\%$ | | | |
| A 2.2.8 | SiO ₂ +Al ₂ O ₃ +Fe ₂ O ₃ (UNI EN 196-2) | | $\geq 70\%$ - tolleranza -5% | | | |
| A 2.2.9 | Na ₂ O eq (UNI EN 196-2) | | $\leq 5\%$ - tolleranza +0,5% | | R | X |

| | | | | | |
|--------------|--|--|--|----------|----------|
| A 2.2.10 | MgO (UNI EN 196-2) | | ≤4 %... | | |
| A 2.2.11 | P ₂ O ₅ tot ISO 29581-2 e P ₂ O ₅ solubile (Annesso C EN 450-1) | | ≤5 %- tolleranza +0,5% ≤100mg/kg | | |
| A 2.2.12 | stabilità volumetrica 30% cv+70%cem rif. (UNI EN 196-3) | | ≤ 10 mm- tolleranza +1 mm | R | X |
| A 2.3 | Verifica dei requisiti fisici e meccanici: | | | | |
| A 2.3.1 | finezza – trattenuto al vaglio 0,045 mm (EN 451-2 o EN 933-10) | | Cat. N ≤ 40% - tolleranza +5% e valore dich. ±10% Cat. S ≤ 12% - tolleranza +1% | | |
| A 2.3.2 | massa volumica reale (UNI EN 1097-7) | | valore medio dichiarato ±200 kg/m ³ , tolleranza ±5% | R | X |
| A 2.3.3 | Tempo inizio presa 25% cv+75% cemrif. (UNI EN 196-3) | | ≤ 2 volte t.i.presa pasta 100% cem, tolleranza +0,25 | R | X |
| A 2.3.4 | Richiesta d'acqua (annesso B EN 450-1) | | < 95% malta 100% cem, toller.+2% solo per cv finezza S: | R | X |
| A 2.3.5 | indice di attività pozzolanica 25% cv+75%cem rif.(UNI EN 196/1) | | a 28gg ≥75% - tolleranza - 5% A 90gg≥85% - tolleranza - 5% | R | X |

***Salvo specifiche richieste del DL legate a particolari criticità dell'opera (vedi prove raccomandate R), in caso di impianto di produzione del calcestruzzo con certificazione FPC, i controlli sulle materie prime in fase di qualifica possono essere limitati alla verifica documentale di cui in A.2.1.**

****Frequenza delle prove: Ciascuna fornitura all'impianto in corso d'opera. Ogni 1000 ton ovvero ogni 10000mc cls qualora ciascuna fornitura all'impianto sia accompagnata dall'attestato di conformità secondo la norma UNI EN 450-1 corredato dai risultati completi delle prove eseguite dal produttore secondo le frequenze indicate nelle norme medesime. In tal caso si manterrà ad ogni fornitura la verifica documentale di tali risultati rispetto ai limiti riportati in tabella A2. Rimane facoltà del DL richiedere ulteriori verifiche e**

diverse frequenze rispetto a quelle indicate in Tabella A.2 in caso di particolari criticità della fornitura e dell'opera.

3.13.3 ALLEGATO 3: CONTROLLI SUL FUMO DI SILICE

| | DESCRIZIONE CONTROLLO | LIMITI DI ACCETTABILITA' | | CONTROLLO FASE PREQ. E QUALIFIC A* | CONTROLLO FASE ACCETTA Z** |
|-------------|--|--|---|------------------------------------|----------------------------|
| | | NORMA | VALORE CARATTERISTICO (tolleranza su singolo valore) | | |
| A3 | Fumo di silice | | | | |
| A3.1 | Verifica documentazione: | UNI EN 13263-1/ 2009 | | | |
| A3.1.1 | Verifica attestato conformità CE | | Attestazione sistema 1+ | X | Ogni fornitura |
| A3.1.2 | Verifica scheda tecnica produttore | | | X | Inizio fornitura |
| A3.1.3 | Verifica dosaggio previsto nella ricetta qualificata | §5.2.5.2 .3 UNI EN 206-1/ 2006 Fpr EN 206/1-2013 +§4.2 UNI 11104 | k =2 con CEM I e CEM II (esclusi cem già contenenti fs) 42.5N o R (=1 per a\c >0,45 in cl.esp.XC e XF) fs ≤ 0,11 cem conteggiabile in k × fs (c + k × fs) ≥ cemmin. Classi esp. UNI 11104 a/(c + k × fs) ≤ a/c max. Classi esp. UNI 11104 riduzione cem min. clsesp. ≤ 30kg/mc | X | X |

| | | | | | |
|---------|--|----------------------------|--|----------|----------|
| A 3.2 | Verifica requisiti chimici | | | | |
| A 3.2.1 | SiO ₂ (UNI EN 196-2) | § 5.2 UNI EN 13263-1 | ≥ 85% per fs classe 1 (-5%) ≥ 80% per fs classe 2 (-5%) | | |
| A 3.2.2 | Si elementale(ISO 9286) | | ≥ 0,4% in massa (+ 0,1%) | | |
| A 3.2.3 | CaO libero (UNI EN 451-1) | | ≤ 1% - | R | |
| A 3.2.4 | Solfati, SO ₄ ⁻ (UNI EN 196-2) | | ≤ 2% | R | X |
| A 3.2.5 | Alcali tot, Na ₂ O eq (UNI EN 196-2) | | Valore dich. | R | X |
| A 3.2.6 | Cloruri, Cl ⁻ (UNI EN 196-2) | | se > 0,1 % , valore dichiarato ≤ 0,3% | R | X |
| A 3.2.7 | Perdita al fuoco (1h UNI EN 196-2) | | ≤ 4,0% (+ 2,0%) | R | |
| A3.3 | Verifica requisiti fisici | | | | |
| A 3.3.1 | superficie specifica (ISO 9277) | § 5.3 UNI EN 13263-1 | Da 15 (-1,5) a 35 m ² /g | | |
| A 3.3.2 | Contenuto sostanza secca in prodotto in sospensione acquosa | | Valore dich± 2% | R | X |
| A 3.3.3 | indice di attività pozzolanica malta10% fs+90%cem rif.(UNI EN 196/1) | | A 28gg Rc= 100% Rc malta con solo cem. Rif. (-5%) | R | X |

***Salvo specifiche richieste del DL legate a particolari criticità dell'opera (vedi prove raccomandate R)**, in caso di impianto di produzione del calcestruzzo con certificazione FPC, i controlli sulle materie prime in fase di qualifica possono essere limitati alla verifica documentale di cui in A.3.1.

****Frequenza delle prove:** Ciascuna fornitura all'impianto in corso d'opera. Ogni **1000 ton** ovvero ogni **10000 mc di cls** qualora ciascuna fornitura all'impianto sia accompagnata dall'attestato di conformità secondo la norma UNI EN 13263-1 corredato dai risultati completi delle prove eseguite dal produttore secondo le frequenze indicate nelle norme medesime. In tal caso si manterrà ad ogni fornitura la verifica

documentale di tali risultati rispetto ai limiti riportati in tabella A2. Rimane facoltà del DL richiedere ulteriori verifiche e diverse frequenze rispetto a quelle indicate in Tabella A.3 in caso di particolari criticità della fornitura e dell'opera.

3.13.4 ALLEGATO 4: CONTROLLI SU LOPPA D'ALTOFORNO GRANULATA MACINATA

| | DESCRIZIONE CONTROLLO (norma) | LIMITI DI ACCETTABILITA' | | CONTROLL O FASE PREQ. E QUALIFICA * | CONTROLL O FASE ACCETTAZ. ** |
|--------------|---|--|---|---|---------------------------------------|
| | | NORMA | VALORE CARATTERISTICO (tolleranza su singolo valore) | | |
| A4 | Loppa d'altoforno granulata macinata | | | | |
| A 2.1 | Verifica documentazione: | UNI EN | | | |
| A 2.1.1 | Verifica attestato conformità CE | 15167-1/ 2006 | Attestazione sistema 1+ | X | Ogni fornitura |
| A 2.1.2 | Verifica scheda tecnica produttore | | | X | Inizio fornitura |
| A 2.1.3 | Verifica dosaggio previsto nella ricetta qualificata | §5.2.5.2.4 Fpr EN 206/1- 2013 | con CEM I e CEM II/A: ggbs/c ≤ 1 ; k=0,60 (c + k × ggbs) \geq cem min. Classi esp. UNI 11104 a/(c + k × ggbs) \leq a/c max. Classi esp. UNI 11104 | X | X |
| A 2.2 | Verifica dei requisiti chimici: | | | | |
| A 2.2.1 | perdita al fuoco (1 ora EN 196- 2) | | $\leq 3\%$ - tolleranza +0,5% | R | X |
| A 2.2.2 | Cl ⁻ (cloruri) (UNI EN 196/2) | § 5 e 8 EN 450-1 | $\leq 0,1\%$; se superiore \leq valore dichiarato | R | X |
| A 2.2.3 | SO ₃ (anidride solforica) (UNI EN 196/2) | | $\leq 2,5\%$ - tolleranza +0,5% | R | X |

| | | | | | |
|--------------|---|--|--|----------|----------|
| A 2.2.4 | Solfiti, H ₂ S (UNI EN 196/2) | | ≤ 2,0% - tolleranza +0,5% | R | X |
| A 2.2.5 | MgO (UNI EN 196-2) | | ≤18 % tolleranza +1% | | |
| A 2.2.6 | SiO ₂ +MgO+CaO(UNI EN 196-2) Al ₂ O ₃ + comp. minori (UNI EN 196-2) | | ≥2/3 in massa Rimanente ≤1/3 in massa | | |
| A 2.2.7 | (CaO+MgO)/SiO ₂ (UNI EN 196-2) | | ≥1% | R | X |
| A 2.2.9 | Na ₂ O eq (UNI EN 196-2) | | ≤valore dich %- tolleranza +0,5% | R | X |
| A 2.2.9 | Umidità (Annesso A UNI EN 15167) | | ≤ 1%- tolleranza +0,5% | R | X |
| A 2.3 | Verifica dei requisiti fisici e meccanici: | | | | |
| A 2.3.1 | finezza blaine (UNI EN 196-6) | | >275 m ² /kg, tolleranza -15 m ² /kg | | |
| A 2.3.2 | massa volumica reale (UNI EN 1097-7) | | valore medio dichiarato | R | X |
| A 2.3.3 | Tempo inizio presa 50% cv+50% cemrif. (UNI EN 196-3) | | ≤ 2 volte t.i.presa pasta 100% cem, tolleranza +0,25 | R | X |
| A 2.3.4 | indice di attività pozzolanica 50% cv+50%cem rif.(UNI EN 196/1) | | a 7gg ≥45% - tolleranza - 5% A 28gg≥70% - tolleranza - 5% | R | X |

***Salvo specifiche richieste del DL legate a particolari criticità dell'opera (vedi prove raccomandate R), in caso di impianto di produzione del calcestruzzo con certificazione FPC, i controlli sulle materie prime in fase di qualifica possono essere limitati alla verifica documentale di cui in A.2.1.**

****Frequenza delle prove: Ciascuna fornitura all'impianto in corso d'opera. Ogni 1000 ton ovvero ogni 10000 mc cls qualora ciascuna fornitura all'impianto sia accompagnata dall'attestato di conformità secondo la norma UNI EN 450-1 corredato dai risultati completi delle prove eseguite dal produttore secondo le frequenze indicate nelle norme medesime. In tal caso si manterrà ad ogni fornitura la verifica documentale di tali risultati rispetto ai limiti riportati in tabella A2. Rimane facoltà del DL richiedere**

ulteriori verifiche e diverse frequenze rispetto a quelle indicate in Tabella A.2 in caso di particolari criticità della fornitura e dell'opera.

3.13.5 ALLEGATO 5: CONTROLLI SUGLI AGGREGATI PER CALCESTRUZZO

Esclusi gli aggregati leggeri marcati CE secondo norma UNI EN 13055 (in redazione ALLEGATO 5bis)

| | DESCRIZIONE CONTROLLO (norma) | LIMITI ACCETTABILITA' | | CONTROLLO FASE PREQUALIF. E QUALIFICA* | CONTROLLO FASE ACCETTAZ.* * |
|--------------|--|-------------------------------------|---|--|--|
| | | NORMA | VALORI CARATTERISTICI (tolleranze singoli valori) | | |
| A5 | Aggregati | | | | |
| A 5.1 | Verifica documentazione | | | | |
| A 5.1.1 | Verifica attestato conformità CE | UNI EN 12620/2013 + UNI 8520/2-2005 | Attestazione sistema 2+ | X | X |
| A 5.1.2 | Verifica documentazione tecnica produttore e classificazione eventuali aggregati riciclo | | Categorie Tab 22 EN 12620 e Tab.A.1 Annesso A*** | X | X |
| A 5.2 | Verifica requisiti chimici | | | | |
| A 5.2.1 | esame petrografico (UNI EN 932/3) | §4.3 e prosp. 1 UNI 8520-2 | assenza di gesso e anidride (vedi limiti p.ti A.5.2.2 e A 5.2.2 3) silice reattiva (se presente obbligo prova A.5.2.5), miche e scisti cristallini, silicati instabili o composti ferro per scorie metallurgiche. | R | X (solo alla prima fornitura) |
| A 5.2.2 | potenziale reattività in presenza di alcali (8520/22) | | espansione di prismi di malta: prova accelerata ≤ 0,10%; se >0,10% eseguire prova a lungo termine; prova a lungo termine ≤0,05 a 3 mesi e ≤0,10% a 6 | R (in caso di rischi evidenziati da petrografia) | X (in caso di rischi evidenziati da petrografia) |

AUTOSTRADA A31 TRENTO - ROVIGO
TRONCO TRENTO - VALDASTICO - PIOVENE ROCCHETTE

| | | | mesi | | |
|------------|---|---|---|------------------------------|------------------------------|
| A 5.2.3 | contenuti di solfati solubili in acqua (p.to UNI EN 1744/1) | § 6.4.3 EN 12620 | Solo per aggregati riciclati | | |
| A 5.2.4 | contenuti di solfati solubili in acido (p.to 12 UNI EN 1744/1) | prosp. 5 e 7 UNI 8520-2 | SO ₃ ≤ 0,8% per aggregati fini e filler SO ₃ ≤ 0,2% per aggregati grossi | R | X |
| A 5.2.5 | contenuto totale di zolfo (nel caso di presenza di solfuri ossidabili) (p.to 11UNI EN 1744/1) | | S ≤ 1% per aggregati naturali e filler S ≤ 2% per loppe altoforno ≤ 0,1% | | |
| A 5.2.6 | contenuto di cloruri solubili in acqua (p.to 7 UNI EN 1744/1) | | ≤ 0,03% (valore raccomandato salvo diversa verifica contenuto totale cloruri nel cls conforme a prosp. 10 UNI EN 206/1) | R | X |
| A 5.2.7 | contenuto di parti leggere e vegetali (p.to 14.2UNI EN 1744/1) | | Aggr. fini ≤ 0,5% Aggr. grossi ≤ 0,1% riduzione del 50% in caso di utilizzo per c a vista | R | X |
| A 5.2.8 | Costituenti che alterano la presa e l'indurimento | | Per aggregati e filler | | |
| a | contenuto di sostanze organiche (umica) (p.to 15.1 UNI EN 1744/1) | prosp. 5 e 7 UNI 8520-2 + § 6.7.1 EN 12620 | Colore della soluzione non più scuro dello standard di riferimento | R | X |
| b | contenuto acido fulvico (p.to 15.2 UNI EN 1744/1) | | Solo se prova a) non conforme: colore della soluzione non più scuro dello standard di riferimento | R (se prova a) non conforme) | X (se prova a) non conforme) |
| c | Prova in malta (p.to 15.3 UNI EN 1744/1) | | Solo se prova b) non conforme: variazione tempo di presa rispetto malta riferimento ≤120' | | |

AUTOSTRADA A31 TRENTO - ROVIGO
TRONCO TRENTO - VALDASTICO - PIOVENE ROCCHETTE

| | | | | | |
|--------------|---|------------------------------|--|---|----------------------------------|
| | | | Riduzione Rc a 28gg rispetto a malta riferimento $\leq 20\%$ | | |
| A 5.2.9 | Disintegrazione del silicato di calcio e del ferro (p.to 14.2 UNI EN 1744/1) | § 6.7.2 EN 12620 | Solo per aggregati da loppa d'altoforno: disintegrazione assente | R | X |
| | DESCRIZIONE CONTROLLO (norma) | LIMITI ACCETTABILITA' | | CONTROLLO FASE PREQUALIF. E QUALIFICA* | CONTROLLO FASE ACCETTAZ.* |
| A 5.3 | Verifica requisiti fisici | | | | |
| A 5.3.1 | massa volumica media del granulo saturo a superficie asciutta (UNI EN 1097-6) | prosp. 4 e 7 UNI 8520-2 | $\geq 2300 \text{ kg/m}^3$ Per filler $\geq 2000 \text{ kg/m}^3$ | R | X |
| A 5.3.2 | assorbimento d'acqua (UNI EN 1097-6) | prosp. 4 UNI 8520-2 | $\leq 4\%$ (limite capitolato) Se $\geq 1\%$ con classi di esposizione XF deve essere verificata resist. gelo (p.to ...) | R | X |
| A 5.3.3 | Granulometria (UNI EN 933/2) | § 4 e prosp. 7 UNI 8520-2 | categorie prosp. 2,3,5,6 UNI EN 12620 (tolleranze prosp. 3,4,7) | R | X **** |
| A 5.3.4 | Contenuto in polveri: passante al vaglio 63 μm (UNI EN 933/2) | | Sabbia o misto non frantum. $\leq 3\%$ Sabbia frantum.da depositi alluvion. $\leq 10\%$ Sabbia frantum.da roccia $\leq 16\%$ Aggr. grossi non frantum. $\leq 1,5\%$ Aggr. grossi frantum. $\leq 4\%$ | R | X **** |
| A 5.3.5 | Equivalente in sabbia, SE su fraz. $\leq 4\text{mm}$ | UNI 8520/2 UNI | Solo in caso di superamento dei limiti del passante a 63 μm | R (se pass. 63 | X (se pass. 63 |

| | (EN 933/8) | | ≥80 per aggregati non frantumati ≥70 per aggregati frantumati | µm oltre i limiti) | µm oltre i limiti) |
|----------|--|----------------------------|--|---|------------------------------------|
| A 5.3.6 | Valore di blu di metilene, MB su fraz. ≤ 2mm (EN 933/9, per i filler appendice A) | UNI 8520/2 UNI EN 933/9 | Solo in caso di non conformità ai limiti de SE, MB ≤ 1,2 g/kg, Per i filler ≤ 12 g/kg, | R (se SE oltre i limiti) | X (se SE oltre i limiti) |
| A 5.3.7 | Confronto in calcestruzzo con aggregati noti conformi (UNI 8520/21) | Prosp.6 8520/2 | Solo in caso di non conformità ai limiti de SE ed MB R _c 28gg ≥ 85% R _c con aggregato noto E _s 28gg ≥ 90% E _s con aggregato noto | | |
| | Prove aggiuntive per particolari utilizzi | | | | |
| A 5.3.8 | Resistenza alla frammentazione aggregati grossi (UNI EN 1097/2) | | dichiarata secondo le categorie del prospetto 16 della EN 12620 (per cls R _{ck} ≥ C50/60, LA ≤ LA ₃₀) | R (per R _{ck} ≥ 50MPa) | X |
| A 5.3.9 | resistenza aggregati grossi ai cicli di gelo e disgelo senza (UNI EN 1367/1) e con sali disgelanti (UNI EN 1367/6) | Prosp.6 8520/2 | Classe dichiarata secondo le categorie dei prospetti 29 e 30 della EN 12620; Per cls in classe XF perdita massa ≤ 2% (≤ F2 o F _{EC2}) | R (solo per uso in cls in classi XF) | X |
| A 5.3.10 | degradabilità aggregati grossi agli attacchi di soluzioni solfatiche (UNI EN 1367/2) | | Classe dichiarata secondo le categorie del prospetto 27 Della EN 12620 Richiesta per cls in classe XF: perdita di massa ≤ 25% (≤ MS 25) | | |
| A 5.3.11 | indici di forma (SI) e di appiattimento (FI) per | § 4.8 | valori da dichiarare secondo prospetti 11 e 12 EN 12620 | | |

| | | | | | |
|-------------|---|--------|---|--|--|
| | aggregati grossi (UNI EN 933/3-4) | 8520/2 | (influenti su lavorabilità cls e resistenza a flessione) | | |
| A 5.3.12 | Percentuale particelle frantumate (UNI EN 933/5) | | valori da dichiarare secondo prospetti 13 e 14 EN 12620 per (influenti su lavorabilità cls) | | |
| A 5.3.13 | Resistenza alla levigabilità e abrasione senza (UNI EN 1097- 8) e con pneum. chiodati (UNI EN 1097-9) | n.d. | Solo per aggregati destinati a cls soggetti ad usura superficiale Classe dichiarata secondo le categorie del prospetti 19,20 e 21 della EN 12620 | | |
| A 5.3.14 | Resistenza all'usura Microdeval (UNI EN 1097-21) | n.d. | Solo per aggregati destinati a cls soggetti ad usura superficiale Classe dichiarata secondo le categorie del prospetti 18 della EN 12620 | | |

****Salvo specifiche richieste del DLlegate a particolari criticità dell'opera (vedi prove R raccomandabili)**, in caso di impianto di produzione del calcestruzzo con certificazione FPC, con esclusione degli aggregati riciclati, i controlli sugli aggregati in fase di prequalifica e qualifica possono essere limitati alla verifica documentale delle certificazioni CE.

**** Frequenza delle prove accettazione:** a ogni cambio di cava o del fronte di coltivazione della cava; ogni 10.000 mc di cls gettato; (***) ogni 4000 mc

***** Impiego Aggregati riciclati:** Possono essere utilizzati solo aggregati presenti nella **Tabella A.1** della EN 12620 con positiva esperienza di utilizzo("history of use YES) eventualmente anche con speciali requisiti già contenuti nella EN 12620 ("Special requirements in standards"=YES).

Per quelle tipologie che, ferma restando la positiva esperienza di utilizzo, sia stata rilevata la necessità di verifica di requisiti aggiuntivi rispetto a quelli indicati nella EN 12620 ("Additional requirements identified for inclusion" = YES) la norma è ancora applicabile in maniera provvisoria nell'attesa che vengano definiti metodi di valutazione aggiuntivi eventualmente già previsti dalle norme nel luogo di utilizzo.

Tutti gli aggregati rientranti nel campo di applicazione della EN 12620, andranno marcati CE per i requisiti dell'annesso ZA della EN 12620 e dovranno rientrare nei limiti nazionali della UNI 8520/2. In particolare, per quanto riguarda gli aggregati da demolizione (categorie Rc), valgono gli specifici limiti nazionali riportati nella Tab. 11.2.III delle NTC, DM 14-01-2008. In caso di utilizzo di aggregati riciclati sarà comunque obbligatorio procedere con prove di prequalifica e qualifica sia sugli aggregati che sui calcestruzzi (Allegato 9) anche in impianti dotati di certificazione FPC.

3.13.6 ALLEGATO 6: CONTROLLI SU ACQUA D'IMPASTO PER CALCESTRUZZO

| | DESCRIZIONE CONTROLLO (norma) | RIFERIMENTI | | CONTROLLI PREQUALIFICAZIONE * | CONTROLLO FASE ACCETTAZIONE ** |
|--------------|--|-------------------------|--|-------------------------------|--------------------------------|
| | | NORMA | VALORI CARATTERISTICI (tolleranze singoli valori) | | |
| A 6 | Acqua d'impasto | UNI EN 1008-2003 | | | |
| A 6.1 | Verifica fonte di approvvigionamento e certificazione | §3 UNI EN 1008-2003 | Potabile, di recupero da produzione cls, sotterranea, naturale di superficie, da reflui industriali, salmastra (solo per cls non armato) | X | X |
| A 6.2 | Valutazione preliminare: | | | | |
| A 6.2.1 | Odore (§6.1.1 UNI EN 1008) | Prosp. 1 UNI EN 1008 | Come acqua potabile, leggero odore di cemento o di idrogeno solforato | X | X |
| A 6.2.2 | Colore (§6.1.1 UNI EN 1008) | | Da incolore a giallo pallido | X | X |
| A 6.2.3 | Presenza detersivi e schiuma (§6.1.1 UNI EN 1008) | | Rifiutare in caso di schiuma stabile per oltre 2min dopo agitazione 30sec | X | X |
| A 6.2.4 | osservazione visiva oli, grassi, (§6.1.1 UNI EN 1008) | | Solo tracce visibili | X | X |

AUTOSTRADA A31 TRENTO - ROVIGO
TRONCO TRENTO - VALDASTICO - PIOVENE ROCCHETTE

| | | | | | |
|--------------|---|--|--|---------|---------|
| A 6.2.5 | Sostanza umica (§6.1.2 UNI EN 1008) | | Accettabile colore marrone giallastro o più pallido dopo aggiunta NaOH | X | X |
| A 6.2.6 | PH | | ≥ 4 | X | X |
| A 6.2.7 | Sostanze in sospensione (§6.1.1 UNI EN 1008 o § A.4.4app. A4) | Prosp. 1 UNI EN 1008 + o § A.3 app. A4) | Acque di processo cls: per Mv>1,01 kg/l, materiale solido omogeneamente distribuito ≤ 1% in peso massa totale aggregati; Acqua da altre:fonti sedimento ≤4ml | X | X |
| A 6.2.8 | Massa volumica (§ A.5 App. A4, procedura di misura da specificare in manuale FPC es.) | § A.4.3 app. A4) | Solo per acque di processo cls: determinata ogni giorno utilizzo su campioni omogeneizzati; per Mv>1,01kg/l vedi p.to A 6.2.7 | X | X |
| A 6.3 | Prove chimiche: | | | | X |
| A 6.3.1 | contenuti di solfati (estratti 196-2/2013) | § 4.3.2 UNI EN 1008 | SO ₄ ⁻ ≤ 2000 mg/litro | X | X |
| A 6.3.2 | contenuto di cloruri (estratti 196-2/2013) | Prosp. 2 UNI EN 1008 | c.a.pCl ⁻ ≤ 500 mg/litro c.a. Cl ⁻ ≤ 1000 mg/litro non armato Cl ⁻ ≤ 4500 mg/litro | X | X |
| A 6.3.3 | contenuto alcali (estratti 196-2/2013) | § 4.3.3 UNI EN 1008 | Na ₂ O eq. ≤ 1500 mg/litro | X | X |
| A 6.3.4 | Zuccheri | Prosp. 3 UNI EN 1008 | ≤ 100 mg/litro | X | X |
| A 6.3.5 | Fosfati, P ₂ O ₅ | | ≤ 100 mg/litro | X | X |
| A 6.3.6 | Nitrati, NO ₃ (ISO 7890-1) | | ≤ 500 mg/litro | X | X |
| A 6.3.7 | Piombo, Pb ²⁺ | | ≤ 100 mg/litro | X | X |
| A 6.3.8 | Zinco, Zn ²⁺ | | ≤ 100 mg/litro | X | X |
| A 6.4 | Prove fisico meccaniche | | | | |
| A 6.4.1 | Confronto tempo di | § 4.4 e | 1h ≤ t.i.p ≤ 25% t.i.p pasta con acqua | Solo in | Solo in |

| | | | | | |
|---------|---|-----------------------|--|--|--|
| | presa provini pasta con acqua produzione e acqua distillata (UNI EN 196/3) | 6.1 UNI EN 1008 | distillata t.f.p \leq 25% t.f.p pasta con acqua distillata e \leq 12h | presenza delle sostanze di cui ai punti A.6.3.4- A 6.3.8 | presenza delle sostanze di cui ai punti A.6.3.4- A 6.3.8 |
| A 6.4.2 | Confronto Rc 3 provini malta con acqua produzione e acqua distillata (UNI EN 196/1) | | Rc > 90% Rccls o malta con acqua distillata | | |
| A 6.4.3 | Confronto Rc 3 provini cls con acqua produzione e acqua distillata (UNI EN 12390-2,3) | | | | |

***Frequenza delle prove inprequalifica e qualifica:**nessuna in caso di utilizzo di acqua potabile. In caso contrario, alla prequalifica e/o alla qualifica della miscela di calcestruzzo.

**** Frequenza delle prove in fase di accettazione:**nessuna in caso di utilizzo di acqua potabile; . In caso contrario, ogni mese.

3.13.7 ALLEGATO 7: CONTROLLI SU ADDITIVI ED AGENTI ESPANSIVI

| | DESCRIZIONE CONTROLLO (norma) | RIFERIMENTI | | CONTROLLI PREQUAL. E QUALIFICA * | CONTROLLI O FASE ACCETTAZ. ** |
|-------------|---|-------------|---|----------------------------------|-------------------------------|
| | | NORMA | VALORI CARATTERISTICI (tolleranze singoli valori) | | |
| A 7a | Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione: per calcestruzzi per malte iniezioni cavi precomp. Per cls proiettato | | UNI EN 934/1 -'08 requisiti comuni 934/2 '12 *** 934/4 '09 934/5 '08 | | |

| A 7a.1 | Verifica documenti | | | | |
|-------------|--|-------------------------------|--|----------|---|
| A 7a.1.1 | Verifica attestato conformità CE | | Attestazione sistema 2+secondoapp. ZA norme riferimento con le frequenze indicate in: prospetto 13 UNI EN 934/2 prospetto 2 UNI EN 934/4 prospetto 5 UNI EN 934/5 | X | Ogni fornitura |
| A 7a.1.2 | Verifica scheda tecnica produttore | | Verifica limiti dosaggi e condizioni utilizzo | X | Inizio fornitura |
| A 7a.1.3 | Verifica dosaggi previsti in ricette | | Verifica corrispondenza a dosaggi raccomandati in scheda tecnica | X | Inizio fornitura |
| A 7a.2 | Verifica requisiti generali | | | | |
| A 7a.2.1 | Esame visivo omogeneità e colore | | Omogeneo, assenza separazioni, colore uniforme e simile alla descrizione del produttore | R | |
| A 7a.2.2 | Componente effettivo da spettro IR (UNI EN 480/6) | | Nessuna variazione significativa rispetto a spettro certificazione prodotto | R | |
| A 7a.2.3 | Massa volumica assoluta, solo per additivi liquidi (ISO 758 o alternativo) | Prosp. 1 UN EN 934/1 | $D \pm 0,03$ se $D > 1,1 \text{ kg/l}$ $D \pm 0,02$ se $D \leq 1,1 \text{ kg/l}$ con D, valore dichiarato da produttore | R | Inizio fornitura e ogni 10000mc cls fornito |
| A 7a.2.4 | Contenuto di secco convenzionale (UNI EN 480/8) | | $0,95T \leq X \leq 1,05T$ se $T \geq 20\%$ $0,90T \leq X \leq 1,10T$ se $T \leq 20\%$ con T, valore dichiarato da produttore | R | |
| A 7a.2.5 | PH, solo per additivi liquidi (ISO 4316) | | valore entro intervallo dichiarato da produttore | | |
| A | Cloruri solubili in acqua | | $\leq 0,1\%$ in massa (prodotto) | | |

AUTOSTRADA A31 TRENTO - ROVIGO
TRONCO TRENTO - VALDASTICO - PIOVENE ROCCHETTE

| | | | | | | |
|---------------|--|---|---|----------|---|--|
| 7a.2.6 | (UNI EN 480/8) | | “senza cloruri”) o \leq valore dichiarato produttore | | | |
| A 7a.2.7 | Alcali Na ₂ O eq. (UNI EN 480/8) | | \leq % in massa dichiarata da produttore | | | |
| A 7b | Agenti espansivi non metallici: per malte e calcestruzzi | UNI 8146, UNI 8147 UNI 8148 | | | | |
| A 7b.1 | Verifica documenti | | | X | X | |
| A 7b.1.1 | Verifica eventuale certificazione volontaria secondo UNI 8148 | UNI 8146 § 2.7NTC sez. 2 - CSA | Verifica limiti dosaggi e condizioni utilizzo | X | Inizio fornitura | |
| A 7b.1.2 | Verifica scheda tecnica produttore | | Verifica limiti dosaggi e condizioni utilizzo | X | Inizio fornitura | |
| A 7b.1.3 | Verifica dosaggi previsti in ricette | | Verifica corrispondenza a dosaggi indicati in scheda tecnica | X | Inizio fornitura | |
| A 7b.2 | Verifica requisiti prestazionali | | | | | |
| A | Tempi di inizio e fine | | t.p. cls con espansivo = t.p. cls | X | | |
| A 7b.2.2 | Resistenza a compressione a 28gg (UNI EN 12390/8) | | Rccls con espansivo \geq Rccls senza espansivo pari consistenza | X | | |
| A 7b.2.3 | Espansione contrastata (UNI 8148 metodo A, in acqua satura di calce) | | a 7gg \geq 200 μ m/m; a 28gg \geq esp. 7gg | X | | |
| | (UNI 8148 metodo B, UR>95% con pellicola plastica per 2gg, poi a UR 55 \pm 5%) | | Salvo diverse specifiche di progetto: a 1gg \geq 400 μ m/m; a 7gg \geq 200 μ m/m; a 28gg \geq 100 μ m/m; | X | Inizio fornitura e ogni 10000mc cls fornito | |

| | | | | | |
|--|--|--|-------------------------------------|--|--|
| | | | a 90gg $\geq 0\mu\text{m}/\text{m}$ | | |
|--|--|--|-------------------------------------|--|--|

| | DESCRIZIONE CONTROLLO (norma) | RIFERIMENTI | | CONTROL LIPREQU AL. E QUALIFIC A* | CONTROLL O FASE ACCETTAZ. ** |
|---------------|--|-------------|--|---|---|
| | | NORM A | VALORI CARATTERISTICI (tolleranze singoli valori) | | |
| A 7c | Agenti riduttori di ritiro SRA | n.d. | | X | X |
| A 7c1 | Verifica documenti | | | | |
| A 7c.1.2 | Verifica scheda tecnica produttore | | Verifica limiti dosaggi e condizioni utilizzo | X | Inizio fornitura |
| A 7c.2 | Verifica requisiti prestazionali | | | | |
| A 7c.2.1 | Tempi di inizio e fine presa | | Verifica variazioni t.p. rispetto a cls senza SRA | se rilevante | |
| A 7c.2.2 | Resistenza a compressione a 1 o 2g e 28gg (UNI EN 12390/8) | | Verifica variazioni R _c rispetto a cls senza SRA | X | |
| A 7c.2.3 | Ritiro idraulico libero (UNI) | | Verifica riduzioni rispetto a cls senza SRA Salvo diverse specifiche di progetto: a 60gg $\leq 400\mu\text{m}/\text{m}$; a 90gg $\leq 500\mu\text{m}/\text{m}$ | X | Inizio fornitura e ogni 10000mc cls fornito |

***Salvo specifiche richieste del DLlegate a particolari criticità dell'opera (vedi prove raccomandate R)**, in caso di impianto di produzione del calcestruzzo con certificazione FPC, i controlli sugli additivi con obbligo di marcatura CE in fase di prequalifica e qualifica possono essere limitati alla verifica documentale di cui in A.7a.1. Non sono previste verifiche sulle proprietà specifiche degli additivi (riduzione d'acqua, aumento e mantenimento consistenza, aria inglobata, acqua essudata, tempi di presa, resistenza a compressione, impermeabilità) per le quali si rimanda direttamente alle verifiche delle proprietà dei calcestruzzi additivati

riportate in Allegato 9 o al §7.5 delle NTC del CSA per i calcestruzzi proiettati ovvero al § 9.9 per le malte da iniezione dei cavi da precompressione.

****Frequenza delle prove:** come indicato in tabella nel caso ogni fornitura all'impianto sia accompagnata dall'attestato di conformità secondo la norma UNI EN 934/2,4,5 corredato dai risultati delle prove eseguite dal produttore secondo le frequenze indicate nelle norme medesime, le verifiche in cantiere segnalate in tabella saranno eseguite. Rimane facoltà del DL richiedere ulteriori verifiche e diverse frequenze rispetto a quelle indicate in Tabella A.7 in caso di particolari criticità della fornitura e dell'opera.

***** la UNI EN 934-2 regola la produzione di** riduttori di acqua/fludificanti (Prosp. 2), riduttori di acqua ad alta efficacia/superfludificanti (prosp. 3.1-3.2) , ritentori d'acqua (prosp. 4), aeranti (prosp. 5), acceleranti di presa (prosp. 6), acceleranti di indurimento (prosp. 7), ritardanti di presa (prosp. 8), resistenti all'acqua (prosp. 9), riduttori di acqua/fludificanti +ritardanti di presa (Prosp. 10), riduttori di acqua/fludificanti +acceleranti di presa (Prosp. 12), riduttori di acqua ad alta efficacia/superfludificanti +ritardanti di presa (Prosp. 11.1 e 11.2),

3.13.8 ALLEGATO 8: CONTROLLI SULLE FIBRE

| | DESCRIZIONE CONTROLLO | LIMITI DI ACCETTABILITA' | | CONTROLLO FASE PREQ. E QUALIFICAZIONE A * | CONTROLLO FASE ACCETTAZIONE ** |
|--------------|--|-----------------------------|--|---|--------------------------------|
| | | NORMA | VALORE CARATTERISTICO (tolleranza su singolo valore) | | |
| A8a | Fibre metalliche per calcestruzzo | UNI EN 14889-1 (metalliche) | | | |
| A8a.1 | Verifica documentazione: | | | | |
| A 8a.1.1 | Verifica attestato conformità CE | | Attestazione sistema 1 per malte e cls strutturali; 3 per altri impieghi | X | Ogni fornitura |
| A 8a.1.2 | Verifica scheda tecnica produttore | | Verifica dosaggi raccomandati per raggiungere prestazione | X | Inizio fornitura |

AUTOSTRADA A31 TRENTO - ROVIGO
TRONCO TRENTO - VALDASTICO - PIOVENE ROCCHETTE

| | | | p.to A 8.3.2 | | |
|--------------|---|----------------------------|---|---|------------------|
| A 8a.1.3 | Verifica dosaggio previsto nella ricetta qualificata | | Verifica conformità ai dosaggi minimi raccomandati dal produttore | X | Inizio fornitura |
| A8a.2 | Verifica requisiti identificazione | (§ 5.1. UNI EN 14889-1) | | | |
| A 8a.2.1 | Classificazione gruppo in base tipologia produzione e forma | UNI EN 14889-1 | Gruppi da I a V | | |
| A 8a.2.2 | Lunghezza (§ 5.2.2 UNI EN 14889-1) | Prosp. 1 UNI EN 14889-1 | Da norma :valore dichiarato. Raccomandato : 20 - 40 mm | R | |
| A 8a.2.3 | Diametro eq. o spessore (§ 5.2.3 UNI EN 14889-1) | | Da norma :valore dichiarato. | R | |
| A 8a.2.4 | rapporto d'aspetto (l/D_{eq}) | | Da norma: valore dichiarato. Raccomandato: 50 - 80 | R | |
| A 8a.2.5 | Massa volumica lineare | §5.2.3.3 UNI EN 14889-1 | Nominale acciaio: 7850 kg/mc Nominale acciaio Inox 7950 kg/mc | | |
| A 8a.2.6 | Resistenza a trazione (EN 10002-1 + §5.3 EN 14889-1) | §5.3 UNI EN 14889-1 | Valore dichiarato | | |
| A 8a.2.7 | modulo elastico (EN 10002-1 +§5.3 EN 14889-1) | §5.4 UNI EN 14889-1 | Da norma: valore dichiarato Circa 200000 MPa per acciaio; Circa 170000 MPa per acciaio inox | | |
| A8a.3 | Verifica requisiti prestazionali in | | | | |

| | calcestruzzo | | | | |
|-------------|--|----------------------|---|---------------------------|--|
| A 8a.3.1 | Effetto sulla consistenza rispetto a cls riferimento senza fibre (UNI EN 12350-3 Vebè test) | §5.7 UNI EN 14889-1 | Variazione dichiarata della lavorabilità rispetto a cls di riferimento EN 14845-1 con un dosaggio di fibre in grado di garantire la prestazione A8a.3.2 ed eventuali aggiunte di superfluidificanti | Vedi verifiche Allegato 9 | |
| A 8a.3.2 | Effetto sulla resistenza a flessione residua su travi intagliate e caricate in mezzaria (EN 14845-2, EN 14651) | § 5.8 UNI EN 14889-1 | Dosaggio di fibre dichiarato necessario a raggiungere $R_f = 1,5 \text{MPa}$ con $\text{CMOD} = 0,5 \text{mm}$ e $R_f = 1,0 \text{MPa}$ per $\text{CMOD} = 3,5 \text{mm}$ su cls di riferimento EN 14845-1 | Vedi verifiche Allegato 9 | |

***Salvo specifiche richieste del DL legate a particolari criticità dell'opera:** in caso di impianto di produzione del calcestruzzo con certificazione FPC, i controlli sulle fibre in fase di prequalifica e qualifica possono essere limitate alla verifica documentale e alle sole prove R (raccomandate). Non sono richieste verifiche dei requisiti prestazionali rispetto al calcestruzzo di riferimento UNI EN 14845-1 rimandando direttamente al IE verifiche dei calcestruzzi fibrorinforzati da progetto definite in Allego 9 ai punti A.9.2.5 e A.9.4.3.

****Frequenza delle prove:** Solo documentale ad inizio fornitura qualora ciascuna fornitura all'impianto sia accompagnata dall'attestato di conformità secondo la norma Uni EN 14889-1 corredato dai risultati completi delle prove eseguite dal produttore secondo le frequenze indicate nelle norme medesime. Rimane facoltà del DL richiedere ulteriori verifiche e diverse frequenze rispetto a quelle indicate in Tabella A.8a in caso di particolari criticità della fornitura e dell'opera.

| | DESCRIZIONE CONTROLLO | LIMITI DI ACCETTABILITA' | | CONTROLLO FASE PREQ. E QUALIFICAZIONE A * | CONTROLLO FASE ACCETTAZIONE ** |
|------------|------------------------------|--------------------------|--|---|--------------------------------|
| | | NORMA | VALORE CARATTERISTICO (tolleranza su singolo valore) | | |
| A8b | Fibre polimeriche per | UNI EN | | | |

AUTOSTRADA A31 TRENTO - ROVIGO
TRONCO TRENTO - VALDASTICO - PIOVENE ROCCHETTE

| calcestruzzo | | 14889-2 | | | |
|---------------------|--|----------------------------|---|----------|-------------------------|
| A 8b.1 | Verifica documentazione: | (polimer.) | | | |
| A 8b.1.1 | Verifica attestato conformità CE | | Attestazione sistema 1 per malte e cls strutturali; 3 per altri impieghi | X | Ogni fornitura |
| A 8b.1.2 | Verifica scheda tecnica produttore | | Verifica dosaggi raccomandati per raggiungere prestazione p.to A 8.3.2 | X | Inizio fornitura |
| A 8b.1.3 | Verifica dosaggio previsto nella ricetta qualificata | | Verifica conformità ai dosaggi minimi raccomandati dal produttore | X | Inizio fornitura |
| A 8b.2 | Verifica requisiti identificazione | | | | |
| A 8a.2.1 | Classificazione e forma | §5.1 UNI EN 14889-2 | Classi Ia microfibre monofilamento Classi Ib microfibre fibrillate Classe II macrofibre per incremento della resistenza residua a flessione | | |
| A 8b.2.2 | Lunghezza | Prosp. 1 UNI EN 14889-2 | Da norma :valore dichiarato. Raccomandato in CSA: 20 - 40 mm per macrofibre Classe II per incremento resistenza a flessione residua | | |
| A 8b.2.3 | diametro o spessore | | Da norma :valore dichiarato. >0,30mm per macrofibre classe II per incremento resistenza a flessione residua \leq 0,30mm per microfibre Classe I a monofilamento o fibrillate | | |

AUTOSTRADA A31 TRENTO - ROVIGO
TRONCO TRENTO - VALDASTICO - PIOVENE ROCCHETTE

| | | | | | |
|---------------|--|----------------------------------|---|---------------------------------|--|
| A 8b.2.4 | rapporto d'aspetto (l/D_{eq}) | | Da norma: valore dichiarato. Raccomandato in CSA: 50 - 80 per macrofibrecls II | | |
| A 8a.2.5 | Massa volumica lineare (EN 13392) | | Valore dichiarato | | |
| A 8b.2.6 | Resistenza a trazione (ISO 2062 , EN 10002-1 | §5.4 UNI EN 14889- 1 | Valore dichiarato | | |
| A 8a.2.7 | modulo elastico (EN 10002-1 +§5.3 EN 14889-1) | §5.5 UNI EN 14889- 1 | Valore dichiarato | | |
| A 8b.2.8 | Punto di fusione e combustione (ISO 11357-3) | §5.6 UNI EN 14889- 1 | Valore dichiarato | | |
| A 8b.3 | Verifica requisiti prestazionali in calcestruzzo | | | | |
| A 8b.3.1 | Effetto sulla consistenza rispetto a cls senza fibre (UNI EN 12350-3 Vebè test) | | Variatione dichiarata della lavorabilità rispetto a cls di riferimento EN 14845-1 con un dosaggio di fibre in grado di garantire la prestazione A 3.3.1 ed eventuali aggiunte di superfluidificanti | Vedi verifiche Allegato 9 | |
| A 8b.3.2 | Effetto sulla resistenza a flessione residua su travi intagliate e caricate in mezzeria | | Dosaggio di fibre dichiarato necessario a raggiungere $R_f = 1,5\text{MPa}$ con CMOD $= 0,47\text{mm}$ e $R_f = 1,0\text{MPa}$ per | Vedi verifiche Allegato 9 | |

| | | | | | |
|--|------------------------|--|---|--|--|
| | (EN 14845-2, EN 14651) | | CMOD=3,5mm su cls di riferimento EN 14845-1 | | |
|--|------------------------|--|---|--|--|

***Salvo specifiche richieste del DL legate a particolari criticità dell'opera:** in caso di impianto di produzione del calcestruzzo con certificazione FPC, i controlli sulle fibre in fase di prequalifica e qualifica possono essere limitate alla verifica documentale e alle sole prove R (raccomandate). Non sono richieste verifiche dei requisiti prestazionali rispetto al calcestruzzo di riferimento UNI EN 14845-1 rimandando direttamente alle verifiche dei calcestruzzi fibrorinforzati da progetto definite in Allego 9 ai punti A.9.2.5 e A.9.4.3.

****Frequenza delle prove:** Solo documentale ad inizio fornitura qualora ciascuna fornitura all'impianto sia accompagnata dall'attestato di conformità secondo la norma Uni EN 14889-1 corredato dai risultati completi delle prove eseguite dal produttore secondo le frequenze indicate nelle norme medesime. Rimane facoltà del DL richiedere ulteriori verifiche e diverse frequenze rispetto a quelle indicate in Tabella A.8b in caso di particolari criticità della fornitura e dell'opera.

3.13.9 ALLEGATO 9: CONTROLLI SULLE MISCELE DI CONGLOMERATO CEMENTIZIO

| | DESCRIZIONE E CONTROLLO (norma) | LIMITI DI ACCETTABILITA' | | CONTROLLO FASE | CONTROLL O FASE | CONTROLLO FASE | |
|------------------|---|---|---|-----------------|--------------------|---------------------|--|
| | | NORM A | VALORI CARATTERISTICI | PREQUAL IF.* | QUALIFICA ** | ACCETTAZIONE *** | |
| A9 | Calcestruzzo | MISCELE DI CONGLOMERATO CEMENTIZIO | | | | | |
| A 9.1 | Verifica documenti | | | | | | |
| A 9.1. 1 | Certificazione e impianto | | | X | X | Prima fornitura | |
| A 9.1. 2 | Disponibilità dossier prequalifica e/o qualifica | | | X | X | Prima fornitura | |
| A 9.2 | Verifiche composizion ali | | | | | | |
| A.9. 2.1 | Combinazione e granulometria degli aggregati (UNI EN 932/1) | CSA; § 4.4.UNI 8520-2 | La miscela deve essere costituita da almeno tre classi granulometriche e diverse o due classi in caso di $D_{max} \leq 10\text{mm}$ | X | X | | |
| A.9. 2.2 | D_{max} aggregato (UNI EN 932/1) | § 3.1 CSA; | Verifica rispetto limiti di progetto correlati a copriferro, interferro e sezione minima | X | X | X | |

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL'ASTICO

| | | | struttura | | | |
|-------------|--|-----------------------------------|--|---|---|---|
| A.9. 2.3 | Dosaggio cemento, acqua totale ed efficace, a/c, a/(c + k x aggiunta) | | | | | |
| a | Valori dichiarati in ricetta nominale (§ 5.3, §5.2.5UNI EN 206-1) | CSA; prosp 4. UNI 11104 | Verifica conformità a classe esposizione di progetto | X | X | Prima fornitura |
| b | Verifica con report pesate, misura umidità aggregati e rese impianti (§ 5.4.2 UNI EN 206-1) | CSA | Verifica conformità a classe esposizione di progetto e a | X (a/c = a/c nomin. ±0,02%) | X (a/c = a/c prequal.±0, 03%) | |
| c | Verifica con misura acqua totale per bruciatura cls (UNI 11201) | § 3.4 NTC sez. 2 - CSA | valori nominali dichiarati | X (a/c = a/c nomin. ±0,02%) | X (a/c = a/c prequal.±0, 03%) | Prima fornitura e ogni 1500 mc di cls fornito (a/c= a/c qualifica ±0,03%) |
| A.9. 2.4 | Contenuto di cloruri (§5.2.7 UNI EN 206-1: | § 3.3 NTC sez. 2 - CSA § | % rispetto a dosaggio cemento: ≤ 1% per cls | X | X | riverifica nel caso di rilevato aumento del contenuto di |

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL'ASTICO

| | | | | | | |
|--|---|------------------------|---|--|--|----------------------------------|
| | calcolo somma contributi dei vari componenti) | prosp. 10 UNI EN 206-1 | normale (non armato) ≤ 0,4% per c.a. (≤0,2% se richiesto) ≤ 0,2% per c.a.p. (≤0,1% se richiesto) | | | cloruri nei materiali componenti |
|--|---|------------------------|---|--|--|----------------------------------|

| | DESCRIZIONE CONTROLLO (norma) | LIMITI DI ACCETTABILITA' | | CONTROLL | CONTROLL | CONTROLLO |
|--------------|---|----------------------------------|--|------------------|------------------|--|
| | | NORMA | VALORI CARATTERISTICI | O FASE PREQUALIF | O FASE QUALIFICA | FASE ACCETTAZIONE* |
| | | | | * | ** | ** |
| A 9.3 | Verifiche prestazioni principali | | | | | |
| A.9.3.1 | Campionamento (UNI EN 12350/1) | | | | X | alla prima betoniera e poi alla stessa frequenza dei controlli di accettazione della Rc: ogni 100 mc/ogni giorno (prelievo del campione a 1/5 e 4/5 dello scarico) |
| A.9.3.2 | Temperatura aria e cls (§ 3.4 NTC sez. 2 –CSA, precisione ≥1°C) | § 8.4.1 e 8.4.2 NTC sez. 2 – CSA | Climi freddi: Aria e cls ≥5°C Se aria 0-5°C, riscaldam. cls ≥10°C se aria -4- 0°C, solo getti fondaz.eriscaldam. cls ≥10°C se aria < -4°c sospensione getti Climi caldi: Aria e | X | X | |

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL’ASTICO

| | | | | | | | |
|-------------|---|--|---|---|---|---|---|
| | | | cassaforme $\leq 33^{\circ}\text{C}$ Se aria $> 33^{\circ}\text{C}$ ° raffreddamento cls $\leq 25^{\circ}\text{C}$ | | | | |
| A.9.3. 3 | Classe di consistenza per cls da asciutti a superfluidi (UNI EN 12350 /2 slump /3 tempo Vebè /5 spandimento) | § 4.2.1 UNI EN 206-1 (§ Tab 6-9 Fpr EN 206 lug 2013) § 3.3 e Tab II NTC sez. 2 - CSA; (salvo specifiche indicazioni di progetto, previste classi consistenza \geq S4 con mantenimen to per 60') | S1: 1-4 cm S2: 5-9 cm S3: 10-15 cm S4: 16-20 cm S5: 21-25 cm (oltre i 25cm passare a misura spandiment o) | Prosp. 6 UNI EN 206-1: FB1: \leq 34 cm FB2: 35-41 cm FB3: 42-48 cm FB4: 4 9-55 cm FB5: 56-62 cm FB6: \geq 63 cm | X (Ripetizion e su 3 impasti: su un impasto verifiche a fine miscelazio ne a 0'-30'-60', se previsto 90' e 120' | X (Ripetizion e su 3 impasti: su un impasto verifiche a fine miscelazio ne a 0'-30'-60', se previsto 90' e 120'; su altri due impasti solo a 0') | Tolleranza di ± 20 mm tra un impasto e l'altro all'interno della classe di consistenza |
| A.9.3. 4 | Classe di consistenza e | UNI EN 206- 9 | Slump-flow ($D_{\max} \leq$ 40mm): | | | | |

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL’ASTICO

| | | | | | | |
|--|---|--|---|---|---|--|
| | <p>reologia SCC (EN 12350/8 Prova di spandimento e del tempo di spandimento)</p> | <p>(§ 4.2.1 e Tab 6-9 Fpr EN 206 lug 2013) § 3.3 e Tab II NTC sez. 2 - CSA</p> | <p>SF1: 550-650mm (±50mm) SF2: 660-750mm (±50mm) SF3: 750- 850mm(±50mm) Tempo spandimento 500mm VS1: < 2 sec; VS2: ≥ 2 sec (±1sec)</p> | | | |
| | <p>(EN 12350/9 Prova del tempo di efflusso-V Funnel)</p> | | <p>Tempo svuotamento ($D_{max} \leq 22,4mm$): VF1: < 9(±3) sec; VF2: 9-25 (±5)sec</p> | | | |
| | <p>(EN 12350/10 Prova di scorrimento confinato mediante scatola ad L)</p> | | <p>$H_{finale} / H_{iniziale}$: PL1 ≥ 0,80 con 2 barre; PL2 ≥ 0,80 con 3 barre</p> | se previsto in specifico progetto | se previsto in specifico progetto | <p>Se previsto, alla prima betoniera quindi con frequenze definite in specifico progetto</p> |
| | <p>(EN 12350/12 Prova di scorrimento confinato mediante anello a J)</p> | | <p>Diff. abbassamento cls dentro e fuori J ring: ($D_{max} \leq$ 40mm): PJ1 ≤ 10mm con 12 barre PJ2 ≤ 10mm con 16 barre</p> | | | |

| DESCRIZIONE CONTROLLO | LIMITI DI ACCETTABILITA' | CONTROLLO FASE | CONTROLLO FASE | CONTROLLO FASE ACCETTAZIONE*** |
|--------------------------|-----------------------------|-------------------|-------------------|-----------------------------------|
|--------------------------|-----------------------------|-------------------|-------------------|-----------------------------------|

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL’ASTICO

| | (norma) | NORMA | VALORI CARATTERISTICI | PREQUALIF.* | QUALIFICA** | |
|---------|--|----------------------------------|---|-------------|--|---|
| A.9.3.5 | Omogeneità e segregabilità, (S5: UNI EN 12350/5) (SCC:UNI EN 12350/8) | § 3.3 NTC sez. 2 - CSA | confronto spandimento 0' e 60' (oltre se richiesto): valutazione visiva assenza segregazione (frazione grossa al centro e boiacca lungo perimetro) | X | X (solo su una miscela delle tre) | Alla prima e ogni 1500mc di cls fornito |
| | (UNI EN 12350/11) Non applicabile in presenza di fibre o aggregati leggeri | | Per cls S5, differenza trattenuti a setaccio 4 o 5mm a 0' (P ₁) e 60' (P ₂): $(P_1 - P_2) \leq 0,15 (P_1 + P_2) / 2$ Per SCC passante a 5mm: SR1 $\leq 20\%$; SR2 $\leq 15\%$; | | X (solo su una miscela delle tre) | Alla prima fornitura e ogni 1500mc di cls fornito |
| A.9.3.6 | Acqua essudata (UNI EN 480/4) | § 3.7 NTC sez. 2 - CSA | $\leq 0,1\%$ rispetto al volume iniziale della miscela | X | X (solo su una miscela delle tre) | Alla prima fornitura e ogni 1500mc di cls fornito |
| A.9.3.6 | Tempi di presa (UNI 7123) | § 3.11 NTC sez. 2 - CSA | Conformità a limiti di progetto funzione tempi di scassero e | | Se richiesto (solo su una miscela delle tre) | Alla prima fornitura e ogni 1500mc di cls fornito |

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL'ASTICO

| | | | lavorazioni | | | |
|----------|---|--|--|----------|---|--|
| A.9.3.7 | Massa volumica a fresco (UNI EN 12350/6) | § 3.5 NTC sez. 2 – CSA | $\pm 3\%$ rispetto a valore nominale definito nel dossier di prequalifica | X | X | Alla prima fornitura e ogni 1500mc di cls prodotto; per cls aerati, stessa frequenza misura aria |
| A.9.3.8 | Aria inglobata (UNI EN 12350-7) | § 3.6 NTC sez. 2 – CSA | <p>$\leq 2,5\%$ per cls ordinari</p> <p>Per cls resistenti ai cicli di gelo-disgelo:</p> <p>$8\% \pm 1\%$ per D_{max} fino a 10 mm</p> <p>$6\% \pm 1\%$ per D_{max} tra 10 e 20 mm</p> <p>$5\% \pm 1\%$ per D_{max} oltre 20 mm</p> | X | X (solo su una miscela delle tre) | per cls aerati: al primo impasto o carico di ogni giorno di produzione |
| A.9.3.9 | Massa volumica su cls indurito (UNI EN 12390/6) | § 5.5.2 UNI EN 206-1 § 3.5 NTC sez. 2 – CSA | <p>2000 kg/mc $\leq M_v$ secco \leq 2600 kg/mc</p> <p>M_v provini stagionati</p> <p>UR>95% o in acqua:</p> <p>± 50kg/mc rispetto a valore a fresco</p> | X | X | su tutti i provini delle prove meccaniche previste |
| A.9.3.10 | Resistenza a compressione | § 4.3.1, § | Variabile con la fase di controllo | | | |

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL'ASTICO

| | | | | | | |
|--|---|--|--|---|---|---|
| | (UNI EN 12390/3) su cubi lato 15cm (20cm per $D_{max} > 40mm$) | 8.2.1, App. A UNI EN 206-1 § da 11.2.1 a | | | | |
| | R_{cm} 2-7-14gg o altre su specifica richiesta per curva resistenza nel tempo | 11.2.6 DM 14-01-2008 § 3.2, §5, §6 NTC sez. 2 – CSA | | X | $R_{cm} = R_{cm\text{preq.}} \pm 10\%$ (solo su una miscela delle tre) | Se previste, secondo frequenze specifico progetto |
| | R_{ck} a 28gg | | | $R_{imin} \geq R_{ck}$ $R_{cm} \geq R_{ck} + k$ ($k = 2 * sqm = 6-12, 12$ se n.d.) | $R_{cm} = R_{cm\text{preq.}} \pm 10\%$ | Prove e frequenze secondo DM 14/01/01 (vedi nota ***) Per cls non strutturale 1 prelievo (2 cubetti)/500 mc di getto |

| | DESCRIZIONE CONTROLLO (norma) | LIMITI DI ACCETTABILITA' | | CONTROLL O FASE PREQUALIF .* | CONTROLLO FASE QUALIFICA** | CONTROLLO FASE ACCETTAZIONE* ** |
|-------|-------------------------------|--------------------------|--|------------------------------|----------------------------|---------------------------------|
| | | NORMA | VALORI CARATTERISTICI | | | |
| A 9.4 | Verifiche prestazioni | Tab. III e cap. 7 | Prove raccomandabili a seconda delle varie tipologie di cls indicate in Tab. III o al cap. 7 cls speciali delle NTC sez. | | | |

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL’ASTICO

| | aggiuntive § 3.12 NTC sez. 2 –CSA | NTC sez. 2 –CSA | 2 –CSA o per specifiche prescrizioni di progetto | | | |
|------------|--|---------------------------------------|--|--|---|---|
| A 9.4.1 | Resistenza a trazione indiretta (UNI EN 12390/6) | § 3.12.1 NTC sez. 2 –CSA | Valori da verificare con quanto previsto dal progettista | | | Secondo prescrizioni specifico progetto |
| A 9.4.2 | Resistenza a flessione (UNI EN 12390/7) | § 3.12.2 NTC sez. 2 –CSA | Valori da verificare con quanto previsto dal progettista | | | Secondo prescrizioni specifico progetto |
| A 9.4.3 | Resistenza a flessione e duttilità clsfibrorinforzati (UNI EN 12390/7, UNI 111039, UNI EN 14641) | § 3.12.2 e §7.3 NTC sez. 2 –CSA | Valori da verificare con quanto previsto dal progettista | | (sempre per clsfibrorinforzati §7.3) | Secondo prescrizioni specifico progetto |
| A 9.4.4 | Modulo elastico dinamico e statico (UNI EN 12504/4, UNI 6556) | § 3.12.3 NTC sez. 2 –CSA | Valori da verificare con quanto previsto dal progettista | | | Secondo prescrizioni specifico progetto |
| A 9.4.5 | Deformazione viscosa (UNI EN 12390/6) | § 3.12.4 NTC sez. 2 –CSA | Valori da verificare con quanto previsto dal progettista | | | Secondo prescrizioni specifico progetto |
| A 9.4.6 | Ritiro idraulico libero (UNI 11307) | § 3.12.5 NTC sez. 2 –CSA | Valori da verificare con quanto previsto dal progettista | | (sempre per cls a ritiro ridotto con SRA) | Secondo prescrizioni specifico progetto |

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL’ASTICO

| | | | | | | |
|-----------------|---|---|--|--|--|--|
| A 9.4.7 | Ritiro idraulico/espansio ne contrastata (UNI 8148 met. B) | § 3.12.6 NTC sez. 2 –CSA | A seconda del sistema espansivo utilizzato, dosaggi e valori a breve termine da verificare in modo da ottenere un’espansio e residua a 90gg ≥ 0 $\mu\text{m}/\text{m}$ | | (sempre per cls a ritiro compens. §7.2) | Secondo prescrizioni specifico progetto |
| A 9.4.8 | Permeabilità all’acqua: (UNI EN 12390/8) | § 3.12.7 NTC sez. 2 –CSA §7.1 LL.GG. cls struttural e | Per le varie classi esp.: valore max \leq 50 mm valore medio ≤ 20 mm | | | Secondo prescrizioni specifico progetto |
| A 9.4.9 | Gradiente termico (§ 3.12.8 NTC sez. 2 –CSA | § 3.12.8 e § 7.1 NTC sez. 2 –CSA | Per calcestruzzi destinati a getti massivi § 7.1 NTC sez. 2 CSA o in condizioni ambientali con elevato gradiente termico | | | Secondo prescrizioni specifico progetto con termocoppie posizionate su elementi strutturali critici |
| A 9.4.1 0 | Resistenza ai cicli di gelo disgelo (UNI CEN/TS 12390-9) | Nota a) prosp. F1 UNI EN | Per calcestruzzi in classi XF: prova non | | | |

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL’ASTICO

| | | | | | | |
|--|--|-----------------------------------|---|--|--|--|
| | | 206-e prosp. 4 UNI 11104 | necessaria qualora vengano soddisfatti i requisiti di aria inglobata di cui al p.to A.9.3.8. | | | |
|--|--|-----------------------------------|---|--|--|--|

| | DESCRIZIONE CONTROLLO (norma) | LIMITI DI ACCETTABILITA' | | CONTROLLO | CONTROLLO | CONTROLLO FASE |
|--|-------------------------------------|--------------------------|------------------------------|-------------------------|--------------------|---------------------|
| | | NORMA | VALORI CARATTERISTI CI | FASE PREQUALIF. * | FASE QUALIFICA* | ACCETTAZIONE** * |

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL'ASTICO

| | | | | | | |
|-------------|---|---|--|--|--|---|
| A 9.5 | Verifiche calcestruzzo in opera | <p style="text-align: center;">§ 6.3 NTC sez. 2 – CSA</p> <p>§ 11.2.6 NTC DM 14-1-'08 e § C.11.2.6 Circ. esplic. n° 617 del 2/2/'09</p> | | | <p style="text-align: center;">In casi specifici possono essere prescritte delle verifiche su getti di prova che simolino le reali condizioni di getto</p> | <p>Nel caso in cui uno o più controlli di accettazione non dovessero risultare soddisfatti, in caso di dubbio sulla efficacia della compattazione e stagionatura adottata o in generale in caso di dubbi sulla qualità e rispondenza del calcestruzzo messo in opera ai valori di resistenza prescritti</p> |
| A.9.4. 1 | <p style="text-align: center;">Grado di compattazione e cls in opera (UNI EN 12390/6)</p> | <p style="text-align: center;">§ 3.10 NTC sez. 2 –CSA</p> | <p>valutato su media 2 di carote s.s.a. rispetto a media provini stagionati UR>95% o in acqua del corrispondent e getto. Mv cls in opera/ Mv provini $\geq 0,97$</p> | | | <p style="text-align: center;">Con frequenza previste da progetto o in caso di dubbio</p> |

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL’ASTICO

| | | | | | | |
|-------------|---|--|---|--|--|---|
| A.9.4. 2 | Misura Rc su carote (UNI EN 12504/1 UNI EN 12390/3) | § 11.2.6 NTC | Valutazione $R_{ckstrutt.} \geq 0,85 R_{ckprog.}$ | | | Almeno 3 carote ogni 300mq per piano e per tipo di calcestruzzo Con N° carote |
| A.9.4. 3 | Indagini ultrasoniche (UNI EN 12504/4) | DM 14-1-'08 e § C.11.2.6 Circ. esplic. n° 617 del 2/2/'09 | Valutazione comparativa disomogeneità calcestruzzo; Valutazione $R_{ckstrutt.} \geq 0,85 R_{ckprog.}$ | | | $\geq 15, f_{ckstrutt} = \min$ tra $f_{cmstrutt-4}$ $f_{cmstrutt+}$ 1,48 s.q.m. |
| A.9.4. 4 | Indagini sclerometriche e (UNI EN 12504/4) | LL. GG.STC per la messa in opera del calcestruzzo strutturale e per la valutazione delle caratteristiche e meccaniche del calcestruzzo indurito mediante prove non distruttive | $R_{ckstrutt.} \geq 0,85 R_{ckprog.}$ (solo previa taratura della prova su almeno 3 punti di carotaggio e preferibilmente in combinazione con misura ultrasoniche secondo metodo SON-REB) | | | Per N° carote $< 15, f_{ckstrutt} = \min$ tra $f_{cmstrutt-4}$ $f_{cmstrutt+} K$ con K=5 per 10-14 carote K=6 per 7-9 carote K=7 per 3-6 carote Per passare dai valori cilindrici di f_{ck} ($h/2=2$) a quelli cubici di R_{ck} ($h/d=1$), i valori delle formule sopra riportati vanno divisi per 0,83. Per raggiungere il numero di minimo di risultati necessari |
| A.9.4. 4 | Estrazione tasselli post-inseriti, Pull-out (UNI EN 12504/3) | UNI EN 13791 | Valutazione comparativa disomogeneità calcestruzzo; Valutazione $R_{ckstrutt.} \geq 0,85 R_{ckprog.}$ (solo previa taratura della | | | |

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL’ASTICO

| | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|---|
| | | | prova su almeno 3 punti di carotaggio) | | | per l'applicazione delle varie formule, possono essere sostituite al massimo la metà dei carotaggi con almeno il triplo delle misure non distruttive tarate sulle rimanenti misure dirette (non meno di 3 in ogni caso) |
|--|--|--|--|--|--|---|

*Prove certificate da parte dei laboratori di cui all'art.59 del D.P.R. n.380/2001. Seguendo le indicazioni previste nell'appendice A dalla UNI EN 206/1 relativamente alle prove iniziali, la valutazione della classe di consistenza e della resistenza media a compressione alle varie stagionature previste (media di 3 provini su ogni stagionatura) dovrà essere ripetuta su tre diversi impasti.

Nel caso di impianti di calcestruzzo in possesso di certificazione FPC , le prove di autocontrollo della produzione sono sostitutive di quelle di prequalifica effettuate presso i laboratori di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001. La certificazione da parte di questi ultimi laboratori rimane comunque obbligatoria nel caso di utilizzo di aggregati riciclati o di produzione di calcestruzzi speciali di cui al §7 se non rientranti nell'ordinaria produzione dell'impianto. In ogni caso dovrà essere fornito un Dossier di prequalifica contenete le informazioni di cui al § 5.1.1 del CSA..

**Prove certificate da parte dei laboratori di cui all'art.59 del D.P.R. n.380/2001 sulla ripetizione di tre miscele consecutive. La verifica sarà completa su una miscela mentre sulle altre due ripetizioni sarà limitata solo alla verifica delle proprietà principali segnalate in tabella.

*** Prove certificate da parte dei laboratori di cui all'art.59 del D.P.R. n.380/2001. La verifica della classe di resistenza a compressione a 28gg sarà eseguita secondo il numero e la tipologia dei controlli conforme alle due tipologie previste al § 11.2.5 del DM 14-01-2008:

- **tipo A** (solo per getti di miscela omogenea inferiori ai 1500 m³) su serie di 3 prelievi di coppie di provini (6 provini): $R_{cm} \geq R_{ckprog} + 3.5 \text{ (N/mm}^2\text{)}$; $R_{cmin} \geq R_{ckprog} - 3.5 \text{ (N/mm}^2\text{)}$
- **tipo B** su serie di 15 prelievi di coppie di provini (30 provini): $R_{cm} \geq R_{ckprog} + 1,48 * \text{s.q.m.}$; $R_{cmin} \geq R_{ckprog} - 3.5 \text{ (N/mm}^2\text{)}$.

Per entrambi i tipi di controlli, oltre al numero minimo di prelievi, comunque un prelievo ogni 100mc e ogni giorno di getto della stessa ricetta di cls.

Nel caso di numero di prelievi superiori a 3 o 15 rispettivamente per il controllo di tipo A e di tipo B, il controllo di accettazione si intende eseguito sull’ultima serie consecutiva di 3 o 15 prelievi.

3.13.10 ALLEGATO 10

3.13.11 *TABELLA A10.1: Sintesi requisiti prestazionali per prodotti di
riparazione strutturali (Classi R3 ed R4 UNI EN 1504/3)*

VEDI:

Capitolato Speciale d'Appalto

Norme Tecniche per l'esecuzione del contratto Parte 2

Ripristino Ponti e Viadotti

i

Tabella A10.2: Sintesi requisiti prestazionali per prodotti rivestimento superficiale (UNI EN 1504-2, tipo rivestimento con requisiti di protezione contro i rischi di penetrazione prosp. ZA.1d)

(1/2)

VEDI:

Capitolato Speciale d’Appalto

Norme Tecniche per l’esecuzione del contratto Parte 2

Ripristino Ponti e Viadotti

Tabella A10.3: Sintesi requisiti prestazionali aggiuntivi rispetto a prospetto A9 per calcestruzzi da ripristino strutturale con prove qualifica certificate (1/2)

| | DESCRIZIONE CONTROLLO (norma) | LIMITI DI ACCETTABILITA' | | CONTROLL O FASE PREQUALIF. * | CONTROLLO FASE QUALIFICA* * | CONTROLLO FASE ACCETTAZIONE* ** |
|----------------|--|--|---------------------------------|------------------------------|-----------------------------|---|
| | | NORM A | VALORI CARATTERISTI CI | | | |
| A10.3 | Calcestruzzo per ripristini strutturali | | | | | |
| A10.3.1 | Verifica documenti | | | | | |
| .1 | Certificazione impianto | | | X | X | Prima fornitura |
| .2 | Disponibilità dossier prequalifica e/o qualifica | | | X | X | Prima fornitura |
| A10.3.2 | Verifiche composizionali | Uguale a serie A.9. 2 in Allegato 9 per cls ordinari | | | | |
| A10.3.3 | Verifiche prestazioni principali | Uguale a serie A.9.3 in Allegato 9 per cls ordinari | | | | |
| A10.3.4 | Verifiche prestazioni aggiuntive | cap. 8.2 NTC sez. 2 – CSA | | | | |
| .1 | Resistenza a trazione indiretta (UNI EN 12390/6) | § 3.12.1 NTC | Valori da verificare con quanto | X | X | Secondo prescrizioni specifico progetto |

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL'ASTICO

| | | | | | | |
|----|--|---|--|----------|--|---|
| | | sez. 2 – CSA | previsto dal progettista | | | |
| .2 | Resistenza a flessione (UNI EN 12390/7) | § 3.12.2 NTC sez. 2 – CSA | Valori da verificare con quanto previsto dal progettista | | X | Secondo prescrizioni specifico progetto |
| .3 | Resistenza a flessione e duttilità cls fibrorinforzati (UNI EN 12390/7, UNI 111039, UNI EN 14641) | § 3.12.2 e §7.3 NTC sez. 2 – CSA | Valori da verificare con quanto previsto dal progettista | | X (per cls fibrorinforza ti §7.3) | Secondo prescrizioni specifico progetto |
| .4 | Modulo elastico dinamico e statico (UNI EN 12504/4,UNI 6556) | § 3.12.3 NTC sez. 2 – CSA | Valori da verificare con quanto previsto dal progettista | | X | Secondo prescrizioni specifico progetto |
| .5 | Ritiro idraulico libero (UNI 11307) | § 3.12.5 NTC sez. 2 – CSA | Valori da verificare con quanto previsto dal progettista | X | X | Secondo prescrizioni specifico progetto |
| .6 | Ritiro idraulico/espansio ne contrastata (UNI 8148 met. B) | § 3.12.6 NTC sez. 2 – CSA | A seconda del sistema espansivo utilizzato, dosaggi e valori a breve termine da verificare in modo da ottenere un'espansione residua a 90gg | X | X | Secondo prescrizioni specifico progetto |

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL’ASTICO

| | | | | | | |
|--|--|--|----------|--|--|--|
| | | | ≥ 0 µm/m | | | |
|--|--|--|----------|--|--|--|

Tabella A10.3: Sintesi requisiti prestazionali aggiuntivi rispetto a prospetto A9 per calcestruzzi da ripristino strutturale con prove qualifica certificate (2/2)

| | DESCRIZIONE CONTROLLO (norma) | LIMITI DI ACCETTABILITA' | | CONTROLLO FASE PREQUALIF. * | CONTROLLO FASE QUALIFICA* * | CONTROLLO FASE ACCETTAZIONE** * |
|--------------------------|--|---|---|--------------------------------|--------------------------------|---|
| | | NORMA | VALORI CARATTERISTIC I | | | |
| A 10.3. 4 | Verifiche prestazioni aggiuntive | cap. 8.2 NTC sez. 2 -CSA | | | | |
| .7 | Permeabilità all'acqua: (UNI EN 12390/8) | § 3.12.7 NTC sez. 2 -CSA §7.1 LL.GG. cls struttural e | Per classi esp. con $\alpha_c \leq 0,55$: valore max ≤ 50 mm valore medio ≤ 20 mm | X | X | Secondo prescrizioni specifico progetto |
| .8 | Resistenza ai cicli di gelo disgelo (UNI CEN/TS 12390-9) | Nota a) prosp. F1 UNI EN 206-e prosp. 4 UNI 11104 | Per calcestruzzi in classi XF: Rc dopo cicli Rc resistenza cicli Prova non necessaria qualora vengano soddisfatti i requisiti di aria inglobata. 8% ± 1% per | | | |

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL'ASTICO

| | | | | | | |
|-----|---|--|---|--|--|--|
| | | | D_{max} fino a 10 mm $6\% \pm 1\%$ per D_{max} tra 10 e 20 mm $5\% \pm 1\%$ per D_{max} oltre 20 mm | | | |
| .9 | Resistenza alla carbonatazione (UNI EN 13295) su provini 10x10x10cm di cls da certificare e di cls di riferimento tipo MC (0,45) EN 1766 | | $d_k \leq c_{ls}$ di controllo MC(0.45) | | | |
| .10 | Permeabilità ai cloruri: Coefficiente di diffusione in regime non stazionario (Dss) su provini esposti 90gg in soluzione NaCl (UNI CEN/TS 12390-11) | | Solo per cls in classe esp XS o XD : D_{ss} (m^2/s^{-1}): limite raccomandato da definire in base alla vita utile di progetto (t) e al copriferro (x) previsto secondo l'equazione $x =$ | | | |

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL’ASTICO

| | | | | | | |
|--|--|--|--------|--|--|--|
| | | | √Dss t | | | |
|--|--|--|--------|--|--|--|

* Prove certificate da parte dei laboratori di cui all’art.59 del D.P.R. n.380/2001. Seguendo le indicazioni previste nell’appendice A dalla UNI EN 206/1 relativamente alle prove iniziali, la valutazione della classe di consistenza e della resistenza media a compressione alle varie stagionature previste (media di 3 provini su ogni stagionatura) dovrà essere ripetuta su tre diversi impasti.

Nel caso di impianti di calcestruzzo in possesso di certificazione FPC , le prove di autocontrollo della produzione sono sostitutive di quelle di prequalifica effettuate presso i laboratori di cui all’art. 59 del DPR n. 380/2001. La certificazione da parte di questi ultimi laboratori rimane comunque obbligatoria nel caso di utilizzo di aggregati riciclati o di produzione di calcestruzzi speciali di cui al corrispondente non compresi nella produzione ordinaria dell’impianto. In ogni caso dovrà essere fornito un Dossier di prequalifica contenente le informazioni di cui al § 5.1.1 del CSA..

** Prove certificate da parte dei laboratori di cui all’art.59 del D.P.R. n.380/2001 sulla ripetizione di tre miscele consecutive.La verifica sarà completa su una miscela mentre sulle altre due ripetizioni sarà limitata solo alla verifica delle proprietà principali segnalate in tabella.

Tabella A10.4: Sintesi delle prove e delle osservazioni per il controllo di qualità secondo UNI EN 1504-10 di malte e calcestruzzi per rivestimento (UNI EN 1504-2) o ripristino strutturale e non (UNI EN 1504-3)

(1/4)

| Caratteristica | Metodo misura (descriz. in A9 EN 1504-§A9 EN 1504-10) | Norma riferimento | Frequenza prova o osservazione | Esecuzione controllo | Limiti §A9 EN 1504-10 |
|---|--|----------------------|--------------------------------------|-------------------------|-----------------------------|
| Verifica delle condizioni del supporto prima e /o dopo la preparazione | | | | | |
| Delaminazione superficie | Sondaggio con | | Una volta prima | SI | |

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL’ASTICO

| substrato | martello | | dell'applicazione | | |
|---|--|---|---|---------------------------------------|--|
| Resistenza a trazione superficiale del supporto | Prova di trazione diretta (Pull-off) | EN 1542 | Prima dell'applicazione : esame dei risultati di | SI | |
| Profondità carbonatazioni | Prova alla fenolftaleina su carota o carbotest | EN 14630 | precedenti indagini diagnostiche - conoscitive o | SI | |
| Profondità penetrazione cloruri | Campionamento a varie profondità ed analisi in laboratorio | EN 14629 | definizione di un piano d'indagine da concordare con il committente | In caso di ambiente XS, XS, XF2/4, XA | |
| Penetrazione di altri contaminanti | Campionamento a varie profondità ed analisi in laboratorio | Da definire in base al tipo di contaminante | con localizzazione della posizione e del numero dei punti di verifica | In caso di ambiente XA | |
| Pulizia substrato | Osservazione visiva di asciugamento | | Dopo la preparazione e immediatamente prima dell'applicazione | SI | |
| Irregolarità superficie | Ispezione visiva e misure con squadra acciaio | | Prima dell'applicazione | Solo per metodo rivestimento superf. | |
| Ruvidità | Ispezione visiva o metodo superf. Sabbia o profilometro | § 7.2 EN 1766 EN ISO 3274 EN ISO 4288 | Prima dell'applicazione | SI | |
| Tenore di | Ispezione visiva | | Prima e durante | SI | |

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL’ASTICO

| | | | | | |
|----------------------|---|----------------------------------|--|--|--|
| umidità del supporto | campionamento in opera ed essiccazione in laboratorio o prove resistività o sonde umidità o igrometro a carburo | UNI 10329 §6.2 UNI 10329 §6.1 | l'applicazione | Solo rivestimenti superficiali che richiedano umidità inferiori ad un certo limite | |
| Temperatura supporto | Misura con termometro da superf. accuratezza 1°C | | Per tutta la durata dell'applicazione | SI | 5°C-30°C |
| Vibrazioni | Misura con accelerometro | | Prima e durante l'applicazione dell'applicazione | SI | Inferiori ai carichi dinamici accettati dai prodotti |

Tabella A10.4: Sintesi delle prove e delle osservazioni per il controllo di qualità secondo UNI EN 1504-10 di malte e calcestruzzi per rivestimento (UNI EN 1504-2) o ripristino strutturale e non (UNI EN 1504-3)

(2/4)

| Caratteristica | Metodo misura (descriz. in A9 EN 1504-§A9 EN 1504- | Norma riferimento | Frequenza prova o osservazione | Esecuzione controllo | Limiti §A9 EN 1504-10 |
|----------------|--|-------------------|--------------------------------|----------------------|-----------------------|
|----------------|--|-------------------|--------------------------------|----------------------|-----------------------|

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL'ASTICO

| 10) | | | | | |
|---|---|--|---------------------------------------|---|---|
| Accettazione dei prodotti e dei sistemi | | | | | |
| Identità dei prodotti applicati | Verifica certificazione di prodotto o di prove qualifica, schede tecniche e DDT | EN 1504/8 per malte prem. § 5.1.2 e Tab. A10.2 per cls (acqua EN 1008) | A ogni fornitura prima dell'utilizzo | SI | |
| Condizioni e requisiti prima e/o durante l'applicazione | | | | | |
| Temperatura ambiente | Termometro accuratezza 1°C | | Per tutta la durata dell'applicazione | SI | |
| Umidità ambiente e punto di rugiada | Igrometro e termometro accuratezza 0,5°C (vedi tabella §A.92 EN 1504/10) | ISO 4677-1,2 | Per tutta la durata dell'applicazione | Solo per metodo rivestimento superf. se il tipo di prodotto lo richiede | Dipende da materiale ma preferibile evitare applicazioni a temperature minore di 3°C sopra punto di rugiada |
| Precipitazioni | Ispezione visiva | | Quotidiana | SI | Assenti |
| Resistenza al vento | Anemometro | | Prima dell'utilizzo | Solo per metodo rivestimento superf. | Minore 8 m/s |

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL’ASTICO

| | | | | | |
|---------------------------------------|--|------------------------------------|-----------------------------|--|--|
| Spessore del rivestimento umido | ispezione visiva Calibro a pettine o a ruota (solo per rivestimenti superficiali ancora umidi) | ISO 2808 | Subito dopo l'applicazione | SI | |
| Contenuto d'aria nella miscela fresca | Metodo porosimetro a pressione | EN 1015-7 (malta) EN 12350/7 (cls) | Quotidiana o per ogni lotto | Solo per malte o cls in classe di esp. XF additivati con aeranti | |

Tabella A10.4: Sintesi delle prove e delle osservazioni per il controllo di qualità second UNI EN 1504-10 di malte e calcestruzzi per rivestimento (UNI EN 1504-2) o ripristino strutturale e non (UNI EN 1504-3)

(3/4)

| Caratteristica | Metodo misura (descriz. in A9 EN 1504-§A9 EN 1504-10) | Norma riferimento | Frequenza prova o osservazione | Esecuzione controllo | Limiti §A9 EN 1504-10 |
|--|--|--------------------------|--------------------------------|--|-----------------------|
| Condizioni e requisiti prima e/o durante l'applicazione | | | | | |
| Consistenza della malta | Scorrimento (malte colabili) Spandimento tavola a scosse (malte tixotropiche) | EN 13395-3 EN 13395-2 | Quotidiana o per ogni lotto | Solo per ripristino o consolidamento strutturale con malte | |

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL'ASTICO

| | | | | | |
|--|---|------------------------|--------------------------------|---|---------|
| Consistenza del calcestruzzo | Tempo Vebè | | | | |
| | Abbassamento cono Abrams | EN 12350/3 | | | |
| | Spandimento tavola a scosse | EN 12350/2 | | | |
| | Diametro e tempo | EN 12350/5 | Quotidiana o per ogni lotto | Solo per ripristino o consolidamento strutturale con calcestruzzo | |
| | Spandimento SCC | EN 12350/8 | | | |
| Eventuali altre prove SCC definite in qualifica | EN 12350/9-12 | | | | |
| Condizioni e requisiti dopo l'indurimento | | | | | |
| Copertura del rivestimento e spessore del rivestimento asciutto o indurito | Ispezione visiva Intaglio a cuneo e misura con calibro (malta) carotaggio(per cls) | ISO 2808 EN 12504/1 | Una volta per tipo di elemento | SI | |
| Fessurazione da ritiro plastico ed igrometrico | Ispezione visiva con bagnatura superficie ed eventuale misura fessure con calibro | | Quotidiana o per ogni lotto | SI | < 0,1mm |
| Colore e tessitura delle superfici finite | Esame visivo | | Quotidiana o per ogni lotto | Solo per ripristino o consolidamento strutturale con malta o | |

| | | | |
|--|--|--|--------------|
| | | | calcestruzzo |
|--|--|--|--------------|

Tabella A10.4: Sintesi delle prove e delle osservazioni per il controllo di qualità secondo UNI EN 1504-10 di malte e calcestruzzi per rivestimento (UNI EN 1504-2) o ripristino strutturale e non (UNI EN 1504-3)

(4/4)

| Caratteristica | Metodo misura (descriz. in A9 EN 1504-§A9 EN 1504-10) | Norma riferimento | Frequenza prova o osservazioni | Esecuzione controllo | Limiti §A9 EN 1504-10 |
|--|--|----------------------------|---|---|---|
| Condizioni e requisiti dopo l'indurimento | | | | | |
| Presenza vuoti dentro e dietro il materiale | Misura con ultrasuoni o eventuale esame visivo dopo carotaggio | EN 12504-4 EN 12504/1 | Una volta per valutare l'efficienza e in caso di dubbio | SI | |
| Massa volumica s.s.a. conglomerato indurito | Misura su carote | EN 12504/1 EN 12390/7 | Una volta per tipo di elemento | Solo per ripristino o consolidamento strutturale con malta o calcestruzzo | $\geq 0,97$ massa volumica misurata su provini delle certificazioni in laboratorio dei corrispondenti getti |
| Resistenza a compressione e a 28gg (altre stag. se da) | Su prismi 4x4x16 per malte su cubi 15x15x15 | UNI EN 12190 EN 12390/3 | <i>frequenze controllo tipo</i> A o B § 11.2.3 | Solo per ripristino o consolidamento strutturale con malta o calcestruzzo | <i>Come da controllo tipo A o B § 11.2.3 DM 14-01-02</i> |

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL’ASTICO

| | | | | | |
|--|--|--|--|---|--|
| progetto) | per betoncini o cls | | DM 14-01-02 | | |
| Resistenza a compressione e del materiale messo in opera | Prova di compressione su carote h/d=1 | EN 12504/1 EN 12390/3 | Una volta per tipo di elemento | Solo per ripristino o consolidamento strutturale con malta o calcestruzzo | Come da § 11.2.6 DM 14-01-02: $R_{ck} \text{ in sito} \geq 0,85 R_{ck} \text{ progetto}$ |
| Resistenza a flessione a 28gg | Su terna prismi 4x4x16cm per malte su terna travi 15x15x60cm per betoncini o cls | EN 12390/7 | Una volta per tipo di elemento | Solo per ripristino o consolidamento strutturale con malta o calcestruzzo | \geq valore caratteristico dichiarato |
| Aderenza in sito | Trazione diretta | EN 1542 | Una volta per tipo di superficie o di elemento | SI | \leq resist trazione supporto; per malte e cls ripristini strutturali:1,2-1,5MPa; non strutturali $\geq 0,7$ MPa |
| Permeabilità all’acqua | Prova in sito di Karsten carotaggio e prova di penetrazione dell’acqua | NF P84-402 o NF T 30-801 EN 12390-8 | Una volta per valutare l’efficienza | SI | Prova in sito da correlare con EN 12390/8 i cui limiti sono penetrazioni Max ≤ 50 mm; Media \leq |

| | | | | | |
|--|--|--|--|--|------|
| | | | | | 20mm |
|--|--|--|--|--|------|

Tabella A10.5: Sintesi delle prove e delle osservazioni per il controllo di qualità secondo UNI EN 1504-10 di prodotti per iniezioni dei calcestruzzi (UNI EN 1504-5) (1/2)

| Caratteristica | Metodo misura (descriz. in A9 EN 1504-§A9 EN 1504-10) | Norma riferimento | Frequenza prova o osservazione | Esecuzione e controllo | Limiti §A9 EN 1504-10 |
|---|---|--------------------------------------|---|------------------------|-----------------------|
| Verifica delle condizioni del supporto prima e /o dopo la preparazione | | | | | |
| Pulizia substrato | Osservazione visiva di asciugamento | | Dopo la preparazione e immediatamente prima dell'applicazione | SI | |
| Larghezza e profondità delle fessure | Misura con calibri o sonde ottiche da superficie, prova ultrasuoni o eventuale esame visivo dopo carotaggio | ISO 8047 EN 12504-4 EN 12504-1 | Prima dell'applicazione | SI | Accuratezza > 0,10mm |
| Movimento delle fessure | Calibri meccanici o elettrici o sonde ottiche | | Prima dell'applicazione | SI. | Accuratezza > 0,10mm |

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL’ASTICO

| | | | | | |
|--------------------------------|---|---|---|--|----------|
| | da superficie o estensimetri o vetrini | | | | |
| Tenore di umidità del supporto | Ispezione visiva | | | SI | |
| | campionamento in opera ed essiccazione in laboratorio o prove resistività o sonde umidità o igrometro a carburo | UNI 10329 §6.2 UNI 10329 §6.1 | Prima e durante l'applicazione | Solo rivestimenti superficiali che richiedano umidità inferiori ad un certo limite | |
| Temperatura supporto | Misura con termometro da superf. accuratezza 1°C | | Per tutta la durata dell'applicazione | SI | 5°C-30°C |
| Contaminazione e delle fessure | Campionamento con carotaggio o perforazione a varie profondità ed analisi in laboratorio | EN 12504-1 EN 14629 altre da definire in base al tipo di contaminante | Prima dell'applicazione: esame dei risultati di precedenti indagini diagnostiche-conoscitive o definizione di un piano d'indagine da concordare con il committente con localizzazione | SI | |

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL’ASTICO

| | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|
| | | | della posizione e del numero dei punti di verifica | | |
|--|--|--|--|--|--|

Tabella A10.5: Sintesi delle prove e delle osservazioni per il controllo di qualità secondo UNI EN 1504-10 di prodotti per iniezioni dei calcestruzzi (UNI EN 1504-5) (2/2)

| Caratteristica | Metodo misura (descriz. in A9 EN 1504-§A9 EN 1504-10) | Norma riferimento | Frequenza prova o osservazione | Esecuzione controllo | Limiti §A9 EN 1504-10 |
|--|---|---------------------------|---------------------------------------|---|---|
| Accettazione dei prodotti e dei sistemi | | | | | |
| Identità dei prodotti applicati | Verifica certificazione di prodotto o di prove qualifica, schede tecniche e DDT | EN 1504/8 (acqua EN 1008) | A ogni fornitura prima dell'utilizzo | SI | |
| Condizioni e requisiti prima e/o durante l'applicazione | | | | | |
| Temperatura ambiente | Termometro accuratezza 1°C | | Per tutta la durata dell'applicazione | SI | |
| Umidità ambiente e punto di rugiada | Igrometro e termometro accuratezza 0,5°C (vedi tabella) | ISO 4677-1,2 | Per tutta la durata dell'applicazione | Solo per rivestimento superf. se il tipo di | Dipende da materiale ma preferibile evitare |

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL’ASTICO

| | | | | | |
|--|--|--|---|-------------------------|--|
| | §A.92EN 1504/10) | | | prodotto lo richiede | applicazioni a temperature minore di 3°C sopra punto di rugiada |
| Precipitazioni | Ispezione visiva | | Quotidiana | SI | Assenti |
| Condizioni e requisiti dopo l'indurimento | | | | | |
| Grado di riempimento delle fessure | sonde ottiche da superficie prova ultrasuoni o eventuale esame visivo dopo carotaggio | ISO 8047 EN 12504-4 EN 12504-1 | Una volta per valutare l'efficienza | SI | ≥80% |
| Permeabilità all'acqua | Prova in sito di Karsten carotaggio e prova di penetrazione dell'acqua | NF P84-402 o NF T 30- 801 EN 12390-8 | Una volta per valutare l'efficienza | SI | <i>Prova in sito da correlare con EN 12390/8 i cui limiti sono penetrazioni Max ≤ 50mm; Media ≤ 20mm</i> |

4 OPERE DI DIFESA E DI SOSTEGNO DEL CORPO STRADALE

Il presente Capitolato è relativo alle opere di difesa e di sostegno del corpo stradale che vengono di seguito elencate:

- opere di protezione dalla caduta massi (rilevati e barriere paramassi);
- gabbionate;
- opere di sostegno;
- opere di difesa spondale;
- manufatti per lo smaltimento delle acque dal corpo stradale;
- manufatti in lamiera d'acciaio ondulata

Tale Capitolato Speciale specifica i requisiti, le caratteristiche prestazionali, le modalità di accettazione e di controllo dei materiali che compongono le opere di difesa e di sostegno del corpo stradale da realizzare lungo le infrastrutture stradali.

4.1 Classificazione E Caratteristiche Tecniche

4.1.1 Opere Di Protezione Del Corpo Stradale Dalla Caduta Massi

Ispezione delle pareti rocciose e Disgaggio

Tale lavorazione, eseguita da personale specializzato rocciatore provvisto di attrezzatura adeguata, nonché dei requisiti di legge richiesti, consiste nell'abbattimento sistematico dei volumi rocciosi pericolanti e/o in equilibrio precario e nell'eventuale taglio delle piante e delle ceppaie, nonché nell'eventuale asportazione di coltri di detrito sciolto.

Prima della realizzazione degli interventi di protezione del corpo stradale, il versante dovrà essere accuratamente ispezionato, allo scopo di poter effettuare sia un rilevamento di dettaglio dello stato di fratturazione dell'ammasso roccioso interessato, che l'accertamento della presenza e della disposizione di masse instabili.

Demolizioni di volumi rocciosi in equilibrio precario

Tale lavorazione che consiste nella demolizione e nell'abbattimento di elementi di roccia in equilibrio precario potrà essere eseguite tramite:

- attrezzature idrauliche

- impiego di agenti chimici non esplosivi
- cartucce pirotecniche per uso tecnico classificate P2
- impiego di esplosivo

4.1.2 Sistemi di rivestimento delle pareti e scarpate

- Le caratteristiche tecniche dei prodotti finiti che comportano impiego di rete metallica a doppia o semplice torsione debbono, in generale, fare riferimento a quelle del materiale di base (filo metallico), a quelle della rete che ne deriva ed a quelle dei materiali ad essa associati (pietrame e terra di interposizione e rinfianco; elementi di cucitura e collegamento; chiodature ed ancoraggi, ecc.) nonché a quelle al manufatto nel suo insieme.

Il rivestimento di pareti e scarpate, in relazione alle caratteristiche dell’ammasso roccioso, potrà essere realizzato con:

- Rotoli in rete in filo d’acciaio a doppia torsione;
- Rotoli in rete in filo d’acciaio a doppia torsione rinforzata in funi;
- Pannelli di rete in fune in acciaio;
- teli in rete metallica a semplice torsione.

Caratteristiche tecniche

- Il **filo di acciaio** impiegato per la costruzioni delle reti deve essere:
- del tipo a basso tenore di carbonio costituito da vergella utilizzata nei processi di trafilatura a freddo di cui alla UNI EN ISO 16120-2.
- Il filo deve avere al momento della produzione una resistenza a trazione compresa fra i 350 ed i 550 N/mm² ed un allungamento minimo a rottura superiore o uguale al 10%.
- Per le tolleranze ammesse sui valori del diametro del filo, per i limiti di ovalizzazione ed altre caratteristiche tecniche si fa riferimento alle indicazioni della UNI-EN 10218-2.

La **protezione del filo in acciaio** dalla corrosione è affidata ad un rivestimento appartenente ai seguenti consolidati tipi:

- - Rivestimento con leghe di zinco-alluminio Zn95Al5 oppure Zn90Al10
- - Rivestimenti in materiali polimerici.

Per lo spessore minimo di rivestimento si fa riferimento alla norma UNI EN 10244-2 ed alle “Linee guida per la certificazione di idoneità tecnica all’impiego e l’utilizzo di prodotti in rete metallica a doppia torsione”, approvate dal Consiglio Superiore di LL.PP. con parere n.69 del 2 luglio 2013 riportate in appendice.

Per le caratteristiche geometriche della **rete metallica a doppia torsione**, la denominazione della maglia tipo, le dimensioni e le relative tolleranze, si può fare riferimento alle specifiche della norma UNI EN 10223-3 e quanto riportato nelle “Linee guida per la certificazione di idoneità tecnica all’impiego e l’utilizzo di prodotti in rete metallica a doppia torsione”,

approvate dal Consiglio Superiore di LL.PP. con parere n.69 del 2 luglio 2013 ed allegate in appendice

4.1.3 Rivestimento di scarpate in roccia con rete metallica

Caratteristiche tecniche

Rete metallica a doppia torsione, realizzata secondo le indicazioni progettuali in conformità alle “Linee guida per la certificazione di idoneità tecnica all’impiego e l’utilizzo di prodotti in rete metallica a doppia torsione”, approvate dal Consiglio Superiore di LL.PP. con parere n.69 del 2 luglio 2013 ed allegate in appendice

La rete metallica sarà bloccata:

- in sommità e al piede della scarpata mediante la stesura, attraverso le asole degli ancoraggi, di fune d’acciaio zincato di diametro $\phi \geq 12$ mm e carico di rottura $\geq 90,7$ kN

(riferimenti tecnici e normativi vedi Appendice p.to 1)

Il Reticolo di contenimento a forma romboidale, con dimensioni massime (base) x (altezza) 3,0 m x 6,0 m e comunque in grado di permettere la migliore aderenza possibile della rete alla parete rocciosa, deve essere realizzato con funi d’acciaio $\phi \geq 16$ mm e carico di rottura ≥ 161 kN e funi d’acciaio di diametro $\phi \geq 12$ mm e carico di rottura $\geq 90,7$ kN;

NOTA Tutte le parti metalliche esposte dovranno essere protette con vernici epossidiche o zincatura a caldo (UNI ISO 2232) o elettrolitica (quest’ultima obbligatoria per i morsetti).

4.1.4 Rivestimento di scarpate o pareti rocciose con pannelli di rete in funi di acciaio

Caratteristiche tecniche

Il pannello di rete metallica è formato da **funi realizzate con un unico trefolo** di diametro $\phi \geq 8,0$ mm, e carico di rottura del trefolo ≥ 40.6 kN , conformato in maglie romboidali o anelli di area massima 1600 cm².

(riferimenti tecnici e normativi vedi Appendice p.to 1)

Struttura di rinforzo costituita da **reticolo di contenimento** costituito da funi d’acciaio $\phi \geq 16$ mm e carico di rottura ≥ 161 kN. in sommità e $\phi \geq 12$ mm e carico di rottura $\geq 90,7$ kN **tutte le altre**

NOTA Tutte le parti metalliche esposte dovranno essere protette con vernici epossidiche o zincatura a caldo (UNI ISO 2232) o elettrolitica (quest'ultima obbligatoria per i morsetti).

4.1.5 Realizzazione del reticolo di contenimento in fune

Caratteristiche tecniche

Reticolo di contenimento a forma romboidale con dimensioni massime (base) x (altezza) 3,0 m x 6,0 m e comunque in grado di permettere la migliore aderenza possibile della rete alla parete rocciosa, realizzato con funi d'acciaio $\phi \geq 16 \text{ mm}$ e carico di rottura $\geq 161 \text{ kN}$ e funi d'acciaio di diametro $\phi \geq 12 \text{ mm}$ e carico di rottura $\geq 90,7 \text{ kN}$;

NOTA Tutte le parti metalliche esposte dovranno essere protette con vernici epossidiche o zincatura a caldo (UNI ISO 2232) o elettrolitica (quest'ultima obbligatoria per i morsetti).

Imbragaggio di grossi volumi rocciosi instabili

-
- **E.3.030** Rete con resistenza a trazione longitudinale $50 \leq \text{kN/m} < 100$
- **E.3.031** Rete con resistenza a trazione longitudinale $100 \leq \text{kN/m} < 150$
- **E.3.032** Rete con resistenza a trazione longitudinale $\text{kN/m} \geq 150$

Caratteristiche tecniche

I rivestimenti delle scarpate in roccia o in terra saranno realizzati mediante rete metallica, realizzate con differenti caratteristiche costruttive e comunque tensionabili (in filo d'acciaio a singola torsione, geocomposito in filo e fune d'acciaio, ecc), posizionata in parete di qualsiasi altezza con l'ausilio di rocciatori, attrezzatura idonea e mezzi meccanici, Il cerchio inscritto nella maglia costitutiva della rete non dovrà essere maggiore di 80 mm (con una tolleranza max di + 10 mm). La rete, provvista di certificazione CE, sarà caratterizzata da una resistenza a punzonamento e deformazione massima dichiarata e documentata, testata in accordo a UNI 11437

La galvanizzazione dovrà essere in lega eutettica di Zinco - Alluminio (5%), conforme alla EN 10244, con grammatura non inferiore alla classe A della EN 10244.

4.1.6 Rivestimento mediante impiego di calcestruzzo spruzzato

Per quanto riguarda le caratteristiche dei calcestruzzi proiettati, dovranno essere rispettate le indicazioni riportate nel “Capitolato Speciale di Appalto, Norme Tecniche: Calcestruzzi e acciai per c.a. e c.a.p.”.

4.1.7 Barriere paramassi ad assorbimento di energia

Barriere tipo 1

Fornitura e posa in opera di barriera paramassi marcata CE con Classe di Energia 2, con capacità di assorbimento energetico pari ad un Livello Massimo di Energia (MEL) di 500kJ, e un'altezza nominale H_n pari a 3.3 m, prodotta in regime di qualità ISO EN 9001/2008 (relativo al settore manifatturiero).

In particolare la barriera deve:

- possedere un'altezza residua in Categoria A (>50%) relativamente a quanto previsto al punto 2.4.2.2 della ETAG 027 (Guida per il Benessere Tecnico Europeo di sistemi di protezione paramassi ai fini della Marcatura CE dei prodotti da costruzione secondo la Direttiva 89/106/CEE); gli eventuali varchi della struttura di intercettazione formatisi al di sotto dell'altezza residua in prossimità dei montanti devono avere il diametro inscritto inferiore a 0,2 m; non sono ammessi varchi laterali della struttura di intercettazione superiori al 10% dell'altezza nominale; non sono ammesse rotture della rete principale; non sono ammesse rotture di trefoli interi costituenti le funi portanti superiori ed inferiori; non sono ammesse rotture degli elementi di connessione tra la rete principale e le funi portanti superiori ed inferiori;
- essere in possesso di Benessere Tecnico Europeo (ETA), rilasciato da Organismo di Approvazione (Approval Body) ai sensi della Direttiva 89/106/CEE, contenente le descrizioni dettagliate delle specifiche tecniche della barriera paramassi oggetto delle prove in modo da consentire la verifica di conformità del sistema nel suo complesso e dei singoli componenti costituenti il kit;
- essere in possesso di Certificato di Conformità CE, rilasciato da Organismo Notificato (Notified Body) ai sensi dell'art. 18 della Direttiva 89/106/CEE, attestante l'avvenuta esecuzione dei Controlli del Processo di Fabbrica (FPC) e delle prove di identificazione dei singoli componenti del sistema;

Inoltre, al fine di garantire una resilienza elevata dei singoli elementi strutturali della barriera paramassi,

devono essere garantite le seguenti caratteristiche prestazionali:

- struttura di supporto costituita da profilati metallici Travi HEB 180 in acciaio S355J2, o equivalenti;
- struttura di intercettazione costituita da rete in trefoli in acciaio con carico di rottura nominale pari ad almeno 50 kN. I trefoli costituenti la struttura di intercettazione devono essere stati testati in laboratorio per verificarne la conformità di utilizzo con manicotti pressati;
- elementi di connessione tra la struttura di supporto e la struttura di intercettazione costituiti da funi portanti con anima metallica conformi a EN 12385-4.

Tutti i materiali e/o componenti devono essere nuovi di fabbrica ed accompagnati da certificazione di origine e dichiarazioni di conformità, secondo le normative applicabili, in particolare EN 10025-2 (struttura di supporto costituita da profilati metallici), EN 12385-4 (funi d'acciaio), EN 10244-2 di classe B (zincatura funi) , EN 10244-2 di classe A (zincatura rete), EN ISO 1461 (zincatura carpenteria metallica), EN 13411-5 (morsetti), nonché, ove previsto, dalla dichiarazione di conformità CE del singolo componente ai sensi del DPR n.246/93. Tutti i grilli utilizzati devono essere di tipo ad alta resistenza.

Tutte le certificazioni, la Certificazione di Conformità CE della barriera e dei suoi componenti, il Benestare Tecnico Europeo (ETA), i manuali di installazione e la documentazione tecnica di prodotto, prima dell'accettazione dei materiali in cantiere devono essere sottoposte per approvazione alla D.L.; la barriera dovrà essere installata secondo le specifiche del manuale di installazione; la dichiarazione di conformità di montaggio del sistema nel suo complesso dovrà essere rilasciata dal produttore o da personale abilitato dal produttore stesso, sulla base della frequenza di appropriati corsi formativi.

Barriere tipo 2

Fornitura e posa in opera di barriera paramassi senza ancoraggi di monte, marcata CE con Classe di Energia 0, con capacità di assorbimento energetico pari ad un Livello Massimo di Energia (MEL) di 100kJ, e un'altezza nominale H_n pari a 3.30m, prodotta in regime di qualità ISO EN 9001/2008 (relativo al settore manifatturiero).

In particolare la barriera deve:

- possedere un'altezza residua in Categoria A (>50%) relativamente a quanto previsto al punto 2.4.2.2 della ETAG 027 (Guida per il Benestare Tecnico Europeo di sistemi di protezione paramassi ai fini della Marcatura CE dei prodotti da costruzione secondo la Direttiva 89/106/CEE); gli eventuali varchi della struttura di intercettazione formatisi al di sotto dell'altezza residua in prossimità dei montanti devono avere il diametro inscritto inferiore a 0,2 m; non sono ammessi varchi laterali della struttura di intercettazione superiori al 10% dell'altezza nominale; non sono ammesse rotture della rete principale; non sono ammesse rotture di trefoli interi costituenti le funi portanti superiori ed inferiori; non sono ammesse rotture degli elementi di connessione tra la rete principale e le funi portanti superiori ed inferiori;
- essere in possesso di Benestare Tecnico Europeo (ETA), rilasciato da Organismo di Approvazione (Approval Body) ai sensi della Direttiva 89/106/CEE, contenente le descrizioni dettagliate delle specifiche tecniche della barriera paramassi oggetto delle prove in modo da consentire la verifica di conformità del sistema nel suo complesso e dei singoli componenti costituenti il kit;
- essere in possesso di Certificato di Conformità CE, rilasciato da Organismo Notificato (Notified Body) ai sensi dell'art. 18 della Direttiva 89/106/CEE, attestante l'avvenuta esecuzione dei Controlli del Processo di Fabbrica (FPC) e delle prove di identificazione dei singoli componenti del sistema;

Inoltre, al fine di garantire una resilienza elevata dei singoli elementi strutturali della barriera paramassi,

devono essere garantite le seguenti caratteristiche prestazionali:

- struttura di supporto costituita da profilati metallici Travi HEB 180 in acciaio S355J2, o equivalenti;

· struttura di intercettazione costituita da rete, tipo Omega 6.0/135 o equivalente, con maglia di dimensione non superiore a 150 mm tessuta con trefoli in acciaio con carico di rottura nominale pari ad almeno 35 kN. I trefoli costituenti la struttura di intercettazione devono essere stati testati in laboratorio per verificarne la conformità di utilizzo con manicotti pressati;

- elementi di connessione tra la struttura di supporto e la struttura di intercettazione costituiti da funi portanti con anima metallica conformi a EN 12385-4.

Tutti i materiali e/o componenti devono essere nuovi di fabbrica ed accompagnati da certificazione di origine e dichiarazioni di conformità, secondo le normative applicabili, in particolare EN 10025-2 (struttura di supporto costituita da profilati metallici), EN 12385-4 (funi d'acciaio), EN 10244-2 di classe B (zincatura funi), EN 10244-2 di classe A (zincatura rete), EN ISO 1461 (zincatura carpenteria metallica), EN 13411-5 (morsetti), nonché, ove previsto, dalla dichiarazione di conformità CE del singolo componente ai sensi del DPR n.246/93. Tutti i grilli utilizzati devono essere di tipo ad alta resistenza.

Tutte le certificazioni, la Certificazione di Conformità CE della barriera e dei suoi componenti, il Benestare Tecnico Europeo (ETA), i manuali di installazione e la documentazione tecnica di prodotto, prima dell'accettazione dei materiali in cantiere devono essere sottoposte per approvazione alla D.L.; la barriera dovrà essere installata secondo le specifiche del manuale di installazione; la dichiarazione di conformità di montaggio del sistema nel suo complesso dovrà essere rilasciata dal produttore o da personale abilitato dal produttore stesso, sulla base della frequenza di appropriati corsi formativi.

4.1.8 Sistema di ancoraggi

Gli ancoraggi dovranno essere realizzati con:

- **barre in acciaio**, con diametro $\phi \geq 24$ mm secondo EN 10080, con caratteristiche non inferiori al tipo B450C.

(riferimenti tecnici e normativi vedi Appendice p.to 2)

- **barra in acciaio** con resistenza minima caratteristica allo snervamento di 500 N/mm² e a rottura di 550 N/mm² del diametro minimo di 25 mm, iniezione di sigillatura con malta cementizia dosata a 250 kg/mc di impasto e piastra di ancoraggio delle dimensioni min. di cm15x15 cm sp.1,0 cm o golfaro;
- **barre di acciaio tipo Diwidag** pretensionate a 5 tonn. min, di diametro compreso tra $\phi=24$ mm e $\phi=28$ mm, dotate di testa espansiva di pretensionamento, iniezione cementizia o con resina bicomponente, piastre di bloccaggio, dado e quant'altro occorra per dare il lavoro finito;
- **doppia fune spiroidale in fili d'acciaio** marcata CE, galvanizzati con Zinco secondo la Classe A in conformità a UNI EN 10244-2, formante sull'estremo esterno un asola, diametro $\phi \geq 16$ mm e carico di rottura a trazione assiale d'ancoraggio ≥ 400 kN,

(riferimenti tecnici e normativi vedi Appendice p.to 4)

-

- La scelta della tipologia e il dimensionamento degli ancoraggi e delle eventuali funi costituenti il reticolo di contenimento, dovrà essere oggetto di studio dettagliato in rapporto alla situazione sito specifica e documentato in una relazione tecnica.

La realizzazione e l'installazione degli ancoraggi e funi d'acciaio, può comprendere anche l'inserimento di piastre di ripartizione. Per tutte le lavorazioni può essere concesso l'utilizzo di elicottero.

4.1.9 Rilevati per il contenimento dei massi

Rilevati propriamente detti

I rilevati propriamente detti saranno eseguiti con le esatte forme e dimensioni indicate nei disegni di progetto e secondo le indicazioni riportate nel Capitolato specifico "Movimenti di Terra".

Rilevati in terra rinforzata

I rilevati in terra rinforzata sono intesi come tutte quelle strutture in terra all’interno delle quali siano inseriti elementi prevalentemente resistenti a trazione (rinforzi). Gli stessi saranno eseguiti con le esatte forme e dimensioni indicate nei disegni di progetto e secondo le indicazioni riportate nel Capitolato specifico “Movimenti di Terra”.

4.1.9.1.1 Elementi per il rinforzo dei rilevati per il contenimento dei massi

Caratteristiche tecniche

Per il rinforzo dei rilevati da realizzare come valli paramassi, potranno essere utilizzate le geogriglie, ovvero altra tipologia opportunamente testata e validata, definite dal progettista ed accettato dalla Direzione Lavori.

Le geogriglie, dotate di marcatura CE, realizzate in fibre di poliestere o polietilene o polipropilene e altro, proveniente da aziende qualificate e certificate, devono essere resistenti o protette ai raggi UV.

La resistenza massima a trazione, secondo la norma EN ISO 10319, dovrà essere non inferiore ai valori di seguito riportati per le varie classi di altezza:

- da 45 a 60 kN/m per altezze fino a 3 m;
- da 45 a 90 kN/m per altezze comprese da oltre 3 m fino a 6 m;
- da 45 a 120 kN/m per altezze comprese da 6 m fino a 9 m;
- da 45 a 160 kN/m per altezze oltre i 9 m

Le geogriglie dovranno rispettare le prescrizioni indicate nel NTC 2008.

4.2 Opere Di Sostegno

Il comportamento dell’opera di sostegno, intesa come complesso strutture-terreno, deve essere esaminato tenendo conto della successione e delle caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni di fondazione e di eventuali materiali di riporto interessati dall’opera, oltre che dalla falda idrica, dai manufatti circostanti, dalle caratteristiche di resistenza e deformabilità dell’opera, dei drenaggi e dispositivi per lo smaltimento delle acque superficiali e sotterranee, nonché delle modalità di esecuzione dell’opera e dell’eventuale rinterro, così come indicato dalle vigenti disposizioni di legge.

Le Opere di sostegno si dividono in:

- 1) Opere di sostegno a gravità (muri, gabbionate, muri cellulari, ecc)
- 2) Opere di sostegno in c.a. (muri a mensola, a contrafforti, ecc.)
- 3) Opere di sostegno in terra rinforzata

4.2.1 Opere di sostegno a gravità

Muri in muratura

Questa tipologia di muri di sostegno viene realizzata mediante l'impiego di muratura di pietrame a secco e/o di pietrame e malta.

Per quanto riguarda le caratteristiche dei materiali costituenti l'opera, si rimanda alle indicazioni riportate nel "Capitolato Speciale di Appalto, Norme Tecniche: Murature".

Muri in gabbioni

Nei muri in gabbioni, i singoli gabbioni costituenti la gabbionata, parallelepipedi di rete metallica affiancati e appoggiati l'uno sopra l'altro, saranno saldamente collegati tra loro mediante legature con caratteristiche non inferiori a quanto riportato nel paragrafo specifico sino a realizzare una struttura monolitica; il dimensionamento verrà condotto con i criteri delle opere di sostegno a gravità ai sensi del DM 14/01/2008.

Per quanto riguarda le caratteristiche dei gabbioni, si rimanda a quanto riportato nel precedente paragrafo ed alle indicazioni specifiche, compatibilmente a quelle delle maglie, allo scopo di ottenere una densità quanto più possibile uniforme.

Muri cellulari o a cassone

Caratteristiche tecniche:

Le strutture di sostegno a scomparti cellulari, marcati CE, sono costituite da:

elementi in c.a.v. prefabbricati, atti a formare, mediante sovrapposizione alternata ortogonale, scomparti cellulari da riempire con materiale lapideo sciolto di fiume, di cava o di frantoio, di idonea pezzatura, contenente una percentuale di fino (limo o argilla) variabile dal 10÷15% ed avente peso specifico $\geq 1,9 \text{ t/m}^3$.

Gli elementi prefabbricati in conglomerato cementizio vibrato, di sagomatura come da progetto, dovranno avere Classe 35/45 ed armatura in barre di acciaio B450C.

La configurazione delle pareti longitudinali potrà essere verticale o a scarpa, a seconda delle indicazioni di progetto.

Le caratteristiche geometriche degli elementi in c.a.v. dovranno essere tali da inibire la fuoriuscita del materiale di riempimento; in particolare, tutti gli elementi longitudinali formanti il paramento in vista dovranno essere sagomati in modo da presentare verso l'esterno delle apposite vaschette (fioriere) riempite di terreno vegetale, in modo da favorire l'attecchimento di piantine di essenze arbustive, rampicanti e tappezzanti nella struttura, in ragione di quattro piante per metro di vaschetta.

Muri di sostegno a gravità con elementi prefabbricati scatolari

Caratteristiche tecniche:

Costituiti da elementi modulari scatolari prefabbricati in c.a.v. di Classe \geq C35/45 autobloccanti, autodrenanti, con riempimento a tergo della muratura con misto di cava e quello dei "cucchiai" con idoneo terreno vegetale con relativa semina per il rinverdimento.

Strutture di contenimento in elementi scatolari prefabbricati

Caratteristiche tecniche

Tali strutture di contenimento sono costituite da:

elementi scatolari in c.a.v. prefabbricati, disposti su file perfettamente orizzontali, tra loro intervallati in modo che le pareti degli elementi delle file sottostanti costituiscano appoggio per le pareti degli elementi delle file sovrapposte. L'arretramento di ciascuna fila rispetto a quella sottostante determinerà un paramento in vista inclinato di circa 70° rispetto all'orizzontale.

Gli elementi scatolari ed i relativi pezzi speciali in c.a.v., di forma, dimensioni e finitura come da progetto, dovranno avere Classe \geq 28/35, ed essere armati con barre e/o rete elettrosaldata di acciaio del tipo B450C controllato in stabilimento.

4.2.2 Opere di sostegno in c.a.

Muri a mensola

Si tratta di muri di sostegno realizzati in calcestruzzo semplice e/o armato gettati in opera.

Relativamente alle caratteristiche dei materiali costituenti l'opera, deve essere fatto riferimento alle indicazioni riportate nel "Capitolato Speciale di Appalto, Norme Tecniche: Calcestruzzi e acciai per c.a. e c.a.p." al quale si rimanda.

4.2.2.1.1 Muri di sostegno in pannelli di c.a.v.

Caratteristiche tecniche:

Costituiti da pannelli in c.a.v. prefabbricati prodotti in serie in regime di marcatura CE, di classe C35/45, ed acciaio di armatura del tipo B450C, con spessore ai bordi ≥ 10 cm e dovranno presentare la faccia in vista piana e ben rifinita, con gli spigoli arrotondati.

I pannelli dovranno essere disposti verticalmente o con scarpa secondo le previsioni di progetto, irrigiditi nella parte interna da costolatura estendentesi per l'intera altezza del pannello collegati alla platea di base in conglomerato cementizio armato, gettata in opera.

Il collegamento alla platea di base potrà essere eseguito secondo le indicazioni progettuali. Nel caso in cui il collegamento venga realizzato mediante tiranti prefabbricati in c.a.v., lo stesso deve essere effettuato con la medesima classe di resistenza (in questo caso la cerniera tra tirante e costolatura del pannello dovrà essere sigillata con malta reoplastica premiscelata a ritiro compensato).

4.3 Opere Di Difesa Spondale

Il tipo di rivestimento da utilizzare per proteggere dall'erosione le sponde, dipende dai materiali disponibili, dalle condizioni di stabilità delle sponde e dalla velocità della corrente.

Per sponde inclinate e stabili la protezione potrà essere eseguita in scogliera, naturale o artificiale, a grossa pezzatura, gabbioni e/o materassi in pietrame.

Qualora, oltre alla protezione della sponda, si dovesse rendere necessario assicurare anche la stabilità delle stesse, si utilizzeranno gabbioni e/o materassi in pietrame, paratie, prismi in conglomerato cementizio, palificate e muri di sponda.

4.3.1 Prismi in conglomerato cementizio

Dovranno essere in conglomerato cementizio vibrato, avente Classe Rck ≥ 25 MPa, in elementi di forma cubica delle dimensioni previste in progetto.

I prismi dovranno presentare facce piane, aspetto compatto e regolarità di forma; la Direzione Lavori rifiuterà quelli che non rispondessero alle caratteristiche di cui sopra.

Per il controllo della resistenza del conglomerato si procederà secondo le prescrizioni riportate al capitolo "Calcestruzzi" delle presenti Norme Tecniche, con l'avvertenza che

l'Appaltatore non dovrà porre in opera i prismi prima che siano state effettuate le prove per la determinazione della resistenza e prima che la Direzione Lavori abbia terminato le operazioni di conteggio. A questo scopo i prismi dovranno essere costruiti in file rettilinee e parallele.

Nell'eventualità che la cassetta interessi solo le quattro facce laterali del prisma, onde assicurare la regolare conformazione dello stesso anche per la faccia a diretto contatto con il terreno, sarà necessario provvedere prima del montaggio delle casseforme a regolarizzare la superficie di appoggio spianandola e compattandola in modo adeguato.

Il calcestruzzo verrà versato nelle casseforme a strati regolari ed ogni strato sarà accuratamente vibrato in modo da evitare la formazione di vuoti e rendere l'ammasso il più possibile omogeneo e compatto.

Dovranno essere inglobate nel getto idonee armature in acciaio costituenti i ganci per la movimentazione dei prismi. Si potrà procedere alla scasseratura delle pareti laterali non prima che siano trascorse 24 h dal getto.

La rimozione ed il trasporto dei prismi non potrà aver luogo prima che siano trascorsi trenta giorni dalla data del loro confezionamento ed in ogni caso solo previa autorizzazione della Direzione Lavori.

Nel trasporto e nel collocamento in opera si dovrà usare la massima cautela per evitare che i prismi possano essere danneggiati. Prima di iniziare le operazioni di posa l'Appaltatore dovrà in contraddittorio con la Direzione Lavori, procedere al picchettamento della difesa riportando fedelmente sul terreno il tracciato indicato in progetto.

Terminate le operazioni di tracciamento l'Appaltatore potrà provvedere alla realizzazione della difesa procedendo nelle operazioni di posa dei prismi da monte verso valle.

La posa in opera dovrà avvenire nel rispetto delle sagome di progetto mediante la collocazione di ogni singolo elemento sul piano di appoggio preventivamente regolarizzato.

Ciascun elemento dovrà essere disposto in modo da garantirne una giacitura stabile indipendentemente dalla posa in opera degli elementi adiacenti; i giunti dovranno risultare sfalsati sia in senso longitudinale che in quello trasversale e permettere uno stretto contatto tra gli elementi adiacenti.

4.3.2 Massi di roccia

Caratteristiche tecniche

I massi da impiegare nella costruzione di scogliere dovranno essere inalterabili, tenaci, privi di fratture e piani di scistosità, con peso di volume $P \geq 25 \text{ kN/m}^3$, peso specifico $p \geq 26 \text{ kN/m}^3$ ed grado di compattezza $C=P/p \geq 0.95$.

Vengono di seguito elencate le categorie di massi da utilizzare:

- Massi di I categoria: elementi di peso complessivo fra 50 e 100 kg
- Massi di II categoria: peso fra 100 e 500 kg
- Massi di III categoria: peso fra 500 e 1500 kg
- Massi di IV categoria: peso fra 1500 e 4000 kg
- Massi di V categoria: peso oltre i 4000 kg

La roccia costituente i massi non dovrà risultare geliva alla prova eseguita secondo le Norme del R.D. 16 novembre 1939 - IVII n. 2232, relative all'accettazione delle pietre naturali da costruzione.

4.3.3 Gabbioni

A difesa del corpo stradale, oltre ai citati interventi, possono essere impiegate le gabbionate. Saranno realizzate a qualsiasi altezza rispetto al piano stradale e saranno costituite da gabbioni metallici di qualsiasi tipo e dimensione.

Se necessario potrà essere posto in opera uno strato filtrante geotessile non tessuto per garantire il drenaggio delle acque piovane.

I gabbioni metallici devono essere marcati CE in accordo con il Regolamento UE n.305/2011

Gabbioni metallici:

I gabbioni metallici dovranno avere forma prismatica ed essere costituiti da rete metallica a doppia torsione, a maglia esagonale, tessuta a macchina con trafilato di ferro a forte zincatura in ragione di 260-300 g di zinco per metro quadrato di superficie zincata e dovranno rispondere alle Norme UNI-EN 10223-3 e UNI-EN 10218 in accordo con le "Linee Guida per la certificazione di idoneità tecnica all'impiego e l'utilizzo di prodotti in rete metallica a doppia torsione" approvate dalla Prima Sezione del Consiglio Superiore LL.PP., con parere n. 69 reso nell'adunanza del 2 luglio 2013.

La rete costituente gli elementi dovrà avere maglie uniformi, essere esente da strappi ed avere il perimetro rinforzato con filo di diametro maggiorato rispetto a quello della rete stessa, inserito nella trama della rete o ad essa agganciato meccanicamente in modo da impedire lo sfilamento e dare sufficiente garanzia di robustezza.

Il **rivestimento del filo** per la protezione dalla corrosione sarà in accordo con le “Linee Guida per la certificazione di idoneità tecnica all’impiego e l’utilizzo di prodotti in rete metallica a doppia torsione” approvate dalla Prima Sezione del Consiglio Superiore LL.PP., con parere n. 69 reso nell’adunanza del 2 luglio 2013, e specificatamente:

- con leghe di zinco-alluminio Zn95Al5 oppure Zn90Al10
- in materiali polimerici che costituiscono una protezione aggiuntiva ed integrativa da adottare in ambienti fortemente aggressivi e/o per opere di elevata vita nominale.

Gli elementi dovranno presentare una perfetta forma geometrica secondo i tipi e le dimensioni fra quelli di uso corrente. I gabbioni dovranno essere posti in opera secondo le previsioni di progetto.

Preliminarmente l’Appaltatore dovrà procedere alla regolarizzazione del piano di posa, quindi al posizionamento degli elementi collegandoli tra loro mediante cuciture.

Il filo da impiegare nelle cuciture dovrà avere le stesse caratteristiche di quello usato per la fabbricazione della rete e comunque non dovranno avere diametro inferiore a 2,20 mm per i gabbioni e 2,00 mm per i materassi.

Le cuciture dovranno essere tali da creare la struttura monolitica ed assicurare la sua massima resistenza in funzione delle caratteristiche delle singole opere.

Le cuciture più importanti normalmente dovranno essere effettuate passando un filo continuo dentro ogni maglia e con un doppio giro ogni 25-30 cm.

Sono ammessi altri sistemi purché siano giudicati idonei dalla Direzione Lavori. Durante il riempimento

dovranno essere posti in opera i previsti tiranti, costituiti da un unico spezzone di filo avente le stesse

caratteristiche di quello usato per le cuciture, fissato alla rete di pareti adiacenti od opposte dell'elemento.

Il **riempimento** dei gabbioni e materassi è costituito da materiale litoide proveniente da cava (*in conformità alla UNI EN – 13383-1*) o da materiale d’alveo, non friabile né gelivo e quindi non deteriorabile dagli agenti atmosferici, di elevato peso specifico ($\geq 22 \text{ kN/m}^3$) e di pezzatura diversificata, in modo da minimizzare la presenza di vuoti, e superiore alla dimensione della maglia ($\geq 1,5 D$) in modo da non permettere alcuna fuoriuscita del riempimento, né in fase di posa in opera, né in esercizio. Nel caso dei gabbioni cilindrici a sacco dovranno avere lunghezza $L \geq 2,00 \text{ m}$ e diametro $\geq \phi 0,95 \text{ m}$.

Sarà escluso il pietrame alterabile dall'azione degli agenti atmosferici e dell'acqua con cui l'opera verrà a contatto.

Il materiale di riempimento dovrà in ogni caso essere ritenuto idoneo dalla Direzione Lavori; le sue dimensioni dovranno essere comprese fra 100 e 150% della maggiore dimensione della maglia della rete, salvo diversa prescrizione della Direzione Lavori.

Il pietrame dovrà essere assestato dentro all'elemento in modo da avere il minor numero di vuoti possibile ma senza provocare lo sfiancamento delle pareti dell'elemento e le facce in

vista saranno lavorate con le stesse modalità della muratura a secco (l'indice di porosità del gabbione dovrà essere compreso tra 0.3 e 0.4).

La chiusura degli elementi dovrà essere effettuata mediante cuciture, come indicato in precedenza.

Dopo la chiusura degli elementi, la rete delle pareti e del coperchio dovrà risultare ben tesa e con i filoni dei bordi tra di loro a contatto, evitando attorcigliamenti.

4.3.4 Materassi in pietrame

Caratteristiche tecniche

I materassi in pietrame sono costituiti da:

- struttura metallica avente forma parallelepipedica, divisa in più celle, costituita da una rete metallica a maglia esagonale a doppia torsione, fortemente zincata ed eventualmente protetta con rivestimento in materiale plastico; tale elemento viene riempito in opera con ciottoli o pietrisco di idonee dimensioni. La rete metallica a maglia esagonale e doppia torsione sarà realizzata in accordo alle "Linee Guida per la certificazione di idoneità tecnica all'impiego e l'utilizzo di prodotti in rete metallica a doppia torsione" approvate dalla Prima Sezione del Consiglio Superiore LL.PP., con parere n. 69 reso nell'adunanza del 2 luglio 2013.
- telo continuo di rete sul quale, alla distanza di 1 m l'uno dall'altro, verranno inseriti i diaframmi dello stesso tipo di rete, in modo tale da formare una struttura cellulare di larghezza $2\text{ m} < L < 3\text{ m}$, lunghezza ed altezza secondo le indicazioni progettuali. In particolare, il telo continuo servirà per formare sia la base che le pareti laterali dell'elemento ed il coperchio sarà costituito da un telo di rete separato da quello di base.

I teli di rete saranno delimitati, esternamente lungo i bordi, da fili di diametro più grosso di quello usato per fabbricare la rete, che rinforzeranno la struttura e faciliteranno, durante la messa in opera, le legature di chiusura delle tasche e di unione degli elementi fra di loro.

Per materassi lavoranti in ambiente marino, oppure in ambienti particolarmente inquinati, il filo zincato, prima di essere tessuto, sarà rivestito per estrusione con una guaina continua in PVC di spessore 0.4-0.6 mm.

La pezzatura del materiale di riempimento varierà tra 1,5-2 volte la dimensione D della maglia della rete.

L'indice di porosità sarà contenuto tra 0,3 e 0,4. Non è richiesto impiego di materiale con caratteristiche particolari, purché non si tratti di materiale gelivo o di marne friabili; è opportuno che il pietrame sia di natura compatta e con peso specifico ≥ 20 KN/m³.

4.3.5 Soglie di fondo

Le soglie di fondo sono strutture trasversali all'alveo e poco emergenti dal fondo, destinate ad evitarne l'approfondimento in quanto costituenti un livello inderodibile nell'alveo stesso.

Le soglie di fondo potranno essere realizzate con pietrame di grossa pezzatura o con platee in calcestruzzo o con gabbioni e/o materassi, le cui caratteristiche tecniche sono descritte nei rispettivi paragrafi .

4.4 Manufatti Per Lo Smaltimento Delle Acque Dal Corpo Stradale

4.4.1 Tubazioni

Le tipologie di tubazioni da utilizzare per lo smaltimento delle acque piovane sono quelle di seguito riportate:

- tubazioni in conglomerato cementizio vibrato;
- tubazioni in grès;
- tubazioni in PVC rigido
- tubazioni in polietilene (AD)
- tubazioni in polipropilene

4.4.1.1 Tubazioni in calcestruzzo cementizio vibrato

Caratteristiche tecniche

Le tubazioni realizzate in conglomerato cementizio vibrato e centrifugato a pressione costante, ben stagionato, dovranno avere le seguenti caratteristiche:

- spessore uniforme rapportato al diametro della tubazione;
- sezione perfettamente circolare e superfici interne lisce e prive di irregolarità;
- sagomatura delle testate a maschio e femmina per costituire giunto di tenuta che dovrà essere sigillato in opera con malta di cemento

Le tubazioni in cemento armato prefabbricate a sezione circolare potranno essere con:

- innesto a mezzo spessore (L = 1 mt) Classe $\geq 28/35$ secondo UNI EN 206-1
- innesto a mezzo bicchiere esterno (L ≥ 2 mt) con o senza piano d'appoggio prodotti in conformità alla norma UNI EN 1916:2004 (marcatura CE). Classe $\geq 35/45$ con guarnizioni di tenuta in gomma posizionate sul giunto maschio dovranno essere conformi alle norme UNI EN 681-1/97.

4.4.1.2 Tubazioni in grès

Caratteristiche tecniche

Le tubazioni e pezzi speciali in Gres ceramico, ottenuti da impasto omogeneo, verniciati internamente ed esternamente con giunto a bicchiere - sistema C ed F dovranno essere in conformità alle norme UNI EN 295 parti 1 - 2 - 3 e dotati di marcatura CE in base al rispetto dei requisiti essenziali di prestazione contenuti nella norma europea EN 295-10 / 2005.

La giunzione, di tipo C, sarà composta da elementi di tenuta in poliuretano applicati sulla punta ed all'interno del bicchiere che, sottoposti alle prove di cui alla UNI EN 295/3 punto 15, dovranno soddisfare i limiti riportati nel prospetto VII della UNI EN 295/1 punto 3.1.2 e garantire gli aspetti di tenuta idraulica indicati dalla norma UNI EN 295/1 punto 3.2.

Per le tubazioni con giunzione di tipo F, questa sarà composta dall'elemento di tenuta in gomma applicato all'interno del bicchiere che, sottoposto alle prove di cui alla UNI EN 295/3 punto 15, dovrà soddisfare i limiti riportati nel prospetto VII della UNI EN 295/1 punto 3.1.2 e garantire gli aspetti di tenuta idraulica indicati dalla norma UNI EN 295/1 punto 3.2. Inoltre le caratteristiche dell'anello in gomma devono essere conformi a quanto richiesto nella norma UNI EN 681.

4.4.1.3 Tubazioni in PVC rigido

Caratteristiche tecniche

I tubi e i pezzi speciali dovranno avere caratteristiche rispondenti alla norma UNI EN 1401-1/98 tipo SN, contrassegnati con il marchio IIP che ne assicura la conformità alle norme UNI. Su ogni singolo tubo dovrà essere impresso, in modo evidente, leggibile ed indelebile, il nominativo del produttore, il diametro esterno, l'indicazione del tipo e la pressione di esercizio.

4.4.1.4 Tubazioni in polietilene (PEAD) corrugate

Caratteristiche tecniche

Le tubazioni per condotte di scarico interrate non in pressione, sono realizzate a doppia parete, lisce internamente e corrugate esternamente, prodotte in PEAD e testate secondo

norma EN 13476-3 (tipo B), dotate di sistema di giunzione a bicchiere o manicotto e rispettive guarnizioni elastomeriche di tenuta in EPDM.

4.4.1.5 Tubazioni in polipropilene corrugate

Le tubazioni per condotte di scarico interrato non in pressione, sono realizzate a doppia parete, lisce internamente e corrugate esternamente, prodotte in PP e testate secondo norma UNI 10968-1 (traduzione della EN 13476-3 tipo B), dotate di sistema di giunzione a bicchiere o manicotto e rispettive guarnizioni elastomeriche di tenuta in EPDM.

La classe di rigidità anulare deve essere misurata secondo metodo UNI EN ISO 9969.

4.4.1.6 Tubazioni in polietilene (PE) spiralato con profili metallici

Le tubazioni per condotte di scarico interrato non in pressione, sono realizzate con profilo liscio internamente di PE e strutturato, esternamente composto da costolatura in acciaio avvolta a spirale e ricoperta di PE, prodotte e testate secondo norma UNI 11434, dotate di sistema di giunzione a bicchiere ad elettrofusione o con guarnizioni elastomeriche di tenuta in EPDM.

Classe di rigidità anulare (PS) misurata secondo norma UNI 11434 a deflessione 3%

NOTA La nota al Prospetto 4 della norma UNI 11434 chiarisce che il valore di rigidità anulare S (Stiffness), al 3% di deformazione diametrica, delle classi A - B - C corrisponde a quella dei tubi strutturati in materiale termoplastico con rigidità anulare SN (Nominal Stiffness) rispettivamente 8 - 12 - 16 secondo la norma EN ISO 9969. accettano tutte le tre classi di ASI

Per l'equivalenza fra i valori di rigidità anulari definiti dalle tre norme (UNI 11434, EN 13476, DIN 16961) si rimanda alla TAB . 1 in Appendice.

4.4.1.7 Tubazioni in polietilene (PEAD) spiralato

Le tubazioni per condotte di scarico interrato non in pressione, sono realizzate lisce internamente e profilate esternamente senza profili di supporto metallici, prodotte e testate secondo norma DIN 16961, dotate di sistema di giunzione a bicchiere ad elettrofusione o con guarnizioni elastomeriche di tenuta in EPDM.

Classe di rigidità anulare (SN) misurata secondo metodo UNI EN ISO 9969.

4.4.2 Pozzetti e chiusini

Caratteristiche tecniche

I pozzetti ed i chiusini, la cui tipologia e dimensioni saranno indicate negli elaborati di progetto, realizzati in c.a.v. secondo la norma UNI-EN 1917:2004 e soggetti a marcatura CE. dovranno avere le seguenti caratteristiche:

- Classe minima C25/30;
- predisposizione per l'innesto di tubazioni

I chiusini dovranno essere conformi alla norma UNI - EN 124 “Dispositivi di coronamento e di chiusura dei pozzetti stradali. Principi di costruzione, prove e marcature”;

I chiusini avranno chiusura battentata e saranno posti su pozzetti e/o canalette, ancorati agli stessi.

Relativamente ai pozzetti per i quali sia previsto l'eventuale accesso di persone per lavori di manutenzione o similari, il passo d'uomo del chiusino non dovrà essere inferiore a 600 mm.

Tutti i chiusini, le griglie ed i telai devono portare una marcatura leggibile e durevole, indicante: la norma di riferimento; la classe corrispondente; la sigla e/o nome del fabbricante.

4.4.3 Canalette

Le canalette saranno in elementi prefabbricati in lamiera di acciaio ondulata e zincata, oppure in conglomerato cementizio o fibrocemento.

4.4.3.1 Canalette in acciaio

Caratteristiche tecniche

Le canalette in lamiera ondulata saranno realizzate con acciaio avente qualità di cui alle norme AASHTO M. 167-70 e AASHTO M. 36-70, con contenuto di rame $\geq 0,20\%$ e $\leq 0,40\%$ spessore $\geq 1,5$ mm con tolleranza UNI, carico unitario di rottura ≥ 34 Kg/mm² e sarà protetto su entrambe le facce da zincatura a bagno caldo, in quantità ≥ 305 g/m² per faccia.

4.4.3.2 Canalette ad embrici

Caratteristiche tecniche

Le canalette ad embrici dovranno essere in conglomerato cementizio vibrato, avente Rck ≥ 25 MPa, in elementi di 50/40 x50x20 cm e spessore 5 cm, secondo i disegni tipo di progetto.

L'elemento al piede della canaletta, quando il fosso di guardia non è rivestito e manca l'ancoraggio, dovrà essere bloccato mediante due tondini in acciaio del diametro 24 mm e lunghezza ≥ 80 cm, infissi nel terreno per almeno 60 cm, in modo che sporgano almeno di 20 cm.

4.4.4 Rivestimenti per cunette e fossi di guardia

I rivestimenti per le cunette ed i fossi di guardia possono essere realizzate con i seguenti materiali:

- elementi prefabbricati in conglomerato cementizio vibrato;
- conglomerato cementizio gettato in opera;
- muratura di pietrame

4.4.4.1 Rivestimenti con elementi prefabbricati in conglomerato cementizio vibrato

Caratteristiche tecniche

Si tratta di elementi prefabbricati da realizzare in conglomerato cementizio vibrato, avente Classe $\geq 25/30$, armato con rete di acciaio a maglie saldate del tipo B450C, in fili del diametro ≥ 6 mm.

Gli elementi dovranno avere forma trapezoidale od a L, secondo i disegni tipo di progetto, il cui spessore è ≥ 7 cm e le testate dovranno essere sagomate ad incastro a mezza piaffa; i giunti dovranno essere stuccati con malta dosata a 500 kg/m^3 di cemento.

4.4.4.2 Rivestimenti in conglomerato cementizio gettato in opera

Caratteristiche tecniche

Questa tipologia di rivestimento di canali, cunette e fossi di guardia, sarà eseguita con conglomerato cementizio di tipo II con $R_{ck} \geq 30$ MPa, gettato in opera con lo spessore previsto nei disegni di progetto, previa regolarizzazione e costipamento del piano di posa.

La lavorazione prevede anche l'uso delle casseforme, la rifinitura superficiale e sagomatura degli spigoli, la formazione di giunti.

4.4.4.3 Rivestimenti in muratura di pietrame

Caratteristiche tecniche

Il rivestimento di cunette e fossi di guardia può essere eseguito in muratura di pietrame e malta dosata a 350 kg/m³ di cemento normale, con lavorazione del paramento a faccia vista e stuccatura dei giunti

4.4.5 Cordonature

Caratteristiche tecniche

Le cordonature dovranno essere realizzate in conglomerato cementizio vibrato, avente Classe $\geq 25/30$, in elementi della lunghezza di 1 m, di forma prismatica e della sezione indicata in progetto.

4.4.6 Manufatti Lamiera D'acciaio Ondulata

Le prescrizioni che seguono si riferiscono ai seguenti **manufatti in lamiera d'acciaio ondulata**, dei tipi:

- **a piastre multiple**, unite tra loro mediante giunzioni bullonate (per la realizzazione di strutture portanti di ponti, tombini, sottopassi, gallerie artificiali, alleggerimento rilevati e casseforme a perdere e manufatti idraulici quali condotte e canalette);
- **a giunzione continua perforati** tubolari (per la realizzazione di drenaggi)

4.4.6.1 Manufatti tubolari in lamiera d'acciaio ondulata a piastre multiple

I manufatti tubolari in lamiera d'acciaio ondulata a piastre multiple, unite tra loro mediante giunzioni bullonate, si prestano alla realizzazione di strutture portanti chiuse e condotte aventi sezione:

- circolare (con eventuale preformazione ellittica);
- ribassata, ellittica o policentrica

ovvero alla realizzazione di strutture portanti aperte aventi sezione:

- ad arco (a tutto sesto o semicircolare, ribassato o rialzato)

ovvero alla realizzazione di canalette aventi sezione:

- semicircolare;
- trapezoidale

L'acciaio della lamiera ondulata dovrà avere uno spessore minimo di 1,5 mm con tolleranza a norma UNI EN 10051; dovrà essere del tipo S235JR, secondo la norma UNI EN 10025-2. Sarà protetto su entrambe le facce da zincatura applicata per immersione a caldo, secondo la norma UNI EN ISO 1461, dopo l'avvenuto taglio e piegatura dell'elemento, con spessori richiesti dal Committente indicati nella tabella seguente:

Tabella2: **Valori minimi di spessore di zincatura.**

| Caratteristica | Metodo di prova | Spessore locale del rivestimento | Massa del rivestimento Locale g/m² | Spessore medio del rivestimento | Massa media del rivestimento |
|-----------------------|-------------------------------|---|--|--|-------------------------------------|
| Zincatura a caldo | UNI EN 1461 UNI EN 14713-1 | ≥ 70 μm | 505 g/m ² | ≥ 85 μm | 610 g/m ² |

Le lamiere finite dovranno essere esenti da difetti come: soffiature, bolle di fusione, macchie, scalfitture, parti non zincate, ruvidità, punte, ecc.

Per la zincatura sui bulloni, si dovrà fare riferimento alla norma UNI EN ISO 10684.

I bulloni di giunzione utilizzati saranno del tipo ad alta resistenza, dovranno appartenere alla classe 8.8, aventi le caratteristiche meccaniche indicate nelle norme UNI EN ISO 898-1 (viti) e UNI EN ISO 898-2 (dadi).

A titolo orientativo, vengono qui di seguito riportati i dati relativi ai tipi commercialmente in uso, non escludendosi la possibilità di adottare, ferme restando la qualità dell'acciaio, dei bulloni e le prescrizioni relative alla zincatura, tipi aventi caratteristiche geometriche similari, rispondenti a tutti i requisiti di stabilità che dovranno risultare da verifiche statiche, estese a tutti gli elementi strutturali, tenendo conto dei carichi esterni applicati e secondo le NTC 2008.

Le piastre standard si identificano in relazione al tipo di ondulazione e per il numero d'intervalli (ovvero la distanza in asse tra due fori adiacenti lungo la giunzione circonferenziale).

In generale, risultano disponibili i seguenti tipi di ondulazione:

T70

Ampiezza dell'onda 67,7 mm, profondità di 12,7 mm.

Il tipo sarà costituito da una o più piastre ondulate curvate ai raggi prescritti (ovvero piegate nel solo caso della sezione trapezoidale per canalette) ed imbullonate.

T100

Ampiezza dell'onda 100 mm, profondità di 20÷22 mm.

Il tipo sarà costituito da una o più piastre ondulate curvate ai raggi prescritti ed imbullonate.

T150

Ampiezza dell'onda 152,4 mm, profondità di 50,8 mm.

Il tipo sarà costituito da una o più piastre ondulate curvate ai raggi prescritti ed imbullonate.

T200

Ampiezza dell'onda 200 mm, profondità di 55 mm.

Il tipo sarà costituito da più piastre ondulate curvate ai raggi prescritti ed imbullonate.

Il tipo di ondulazione è unico per l'intero manufatto mentre il numero di intervalli (forature per le giunzioni con i bulloni), mentre è invece variabile da piastra a piastra in relazione alla configurazione.

4.4.6.2 Manufatti tubolari in lamiera d'acciaio ondulata a giunzione continua perforati

I tubi per drenaggio avranno struttura portante costituita da lamiera di acciaio con profilatura ondulata con onda elicoidale continua da un capo all'altro di ogni singolo tronco, in modo che una sezione normale alla direzione dell'onda rappresenti una linea simile ad una senoide.

L'acciaio della lamiera ondulata dovrà avere uno spessore minimo di 0,8 mm, con tolleranza a norma UNI EN 10051.

La lamiera dovrà essere del tipo S235JR secondo la norma UNI EN 10025-2; nel qual caso, sarà protetta su entrambe le facce da zincatura eseguita secondo la norma UNI EN ISO 1461, dopo l'avvenuta piegatura ed aggraffatura o saldatura a spirale dell'elemento, con spessori richiesti del Committente indicati nella tabella seguente:

Tabella 3: **Valori minimi di spessore di zincatura.**

| Caratteristica | Metodo di prova | Spessore locale del rivestimento | Spessore medio del rivestimento |
|-----------------------|-------------------------------|---|--|
| Zincatura a caldo | UNI EN 1461 UNI EN 14713-1 | ≥ 45 µm | ≥ 55 µm |

Ovvero, la lamiera potrà essere del tipo Fe P02 G Z275 secondo la norma UNI EN 10346, prezincata prima della piegatura ed aggraffatura a spirale dell'elemento.

Le suddette protezioni sono idonee ad assicurare la durata del prodotto in condizioni ambientali ordinarie.

A titolo orientativo, vengono qui di seguito riportati i dati relativi ai tipi commercialmente in uso, non escludendosi la possibilità di adottare, ferme restando la qualità dell'acciaio, dei bulloni e le prescrizioni relative alla zincatura, tipi aventi caratteristiche geometriche similari, rispondenti a tutti i requisiti di stabilità che dovranno risultare da verifiche statiche, estese a tutti gli elementi strutturali, tenendo conto dei carichi esterni applicati e secondo le NTC 2008.

In generale, risultano disponibili i seguenti tipi di ondulazione e diametri:

- ampiezza dell'onda 38 o 62 mm, profondità di 6 mm; diametri da 0,08 a 0,50 m;

- ampiezza dell'onda 67,7 mm, profondità di 12,7 mm; diametri da 0,30 a 1,20 m;
- ampiezza dell'onda 76 mm, profondità di 25 mm; diametri da 1,2 a 2,50 m

Sulle condotte saranno praticati dei fori del diametro di 9 mm (tolleranza ± 1 mm), che verranno distribuiti in serie longitudinali, con interasse di 38, 43 o 78 mm, tutti disposti in un quarto di tubo.

I singoli tronchi, la cui lunghezza standard sarà di 6 m, saranno uniti tra loro mediante fasce di giunzione ovvero elementi di raccordo (quali ad esempio curve, innesti, riduttori di sezione, ecc.) da fissare con bulloni.

Gli eventuali bulloni di giunzione utilizzati saranno del tipo ad alta resistenza, dovranno appartenere alla classe 8.8, aventi le caratteristiche meccaniche indicate nelle norme UNI EN ISO 898-1 (viti) e UNI EN ISO 898-2 (dadi).

Come per le lamiere, anche i bulloni saranno protetti da adeguata zincatura applicata per immersione a caldo secondo la norma UNI EN ISO 1461 (oppure meccanicamente secondo la norma EN ISO 12683).

4.5 Accettazione E Controlli

La Direzione Lavori dovrà eseguire i **controlli** per l'accettazione preventiva completa del materiale consegnato.

La **Direzione Lavori** si riserva comunque, ogni volta che lo ritenga opportuno, la facoltà di svolgere **ispezioni in officina/stabilimento**, nonché di richiedere le certificazioni/attestazioni che riterrà opportune, sia per constatare la rispondenza dei materiali impiegati, che le attestazioni di regolarità delle lavorazioni.

Durante la fase di realizzazione delle opere, la Direzione Lavori ha la facoltà di richiedere l'esecuzione di **prove di laboratorio** su campioni rappresentativi della fornitura allo scopo di verificare l'effettiva rispondenza dei dati riportati nelle schede tecniche di prodotto.

I **risultati** delle prove effettuate dovranno essere riportati in appositi verbali.

L'Appaltatore ha la facoltà - qualora lo richieda all'atto della presentazione dei campioni, ovvero prima della data comunicata dalla Direzione Lavori per l'esecuzione delle verifiche in opera - di assistere alle prove o di farsi rappresentare.

L'esito delle prove farà fede a tutti gli effetti.

Nei successivi paragrafi vengono riportate le specifiche che dovranno essere rispettate nella fase di accettazione dei materiali e di realizzazione delle opere, per ciascuna delle diverse tipologie di interventi di sostegno e di difesa del corpo stradale precedentemente descritti.

4.5.1 Opere di protezione del corpo stradale dalla caduta massi

4.5.1.1 Disgaggi e demolizioni di massi e volumi di roccia pericolosi

Le attività di rimozione dei massi e/o volumi di roccia pericolosi dovranno essere precedute dalla verifica della documentazione e delle informazioni di seguito elencate:

| ACCETTAZIONE DEI MATERIALI | |
|--|--|
| FASI DI CONTROLLO | AZIONI DI VERIFICA |
| PRIMA DELL’INIZIO DEI LAVORI | <p>VERIFICA DOCUMENTAZIONE:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ planimetria e sezioni della zona oggetto del lavoro, con l'indicazione delle masse da disgiungere; ✓ breve relazione sulle modalità di rimozione; ✓ documentazione fotografica; ✓ data o periodo di esecuzione delle attività. |
| A FINE LAVORI | <p>ACCERTARE CHE:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ tutte le masse identificate come pericolose siano state rimosse; ✓ non siano stati provocati danni a manufatti preesistenti; ✓ non siano state poste in instabilità ulteriori masse; |
| A FINE VERIFICHE | <ul style="list-style-type: none"> ✓ Relazione redatta dall’Impresa che riporti l’esito delle verifiche (controfirmata dalla Direzione Lavori) |
| <p>NOTA <i>Se il Direttore Lavori riscontra che un qualsiasi materiale non sia adatto all’impiego DEVE chiederne la sostituzione.</i></p> | |

Qualora dovrà essere previsto l’impiego di esplosivi, dovranno anche essere riportate le misure di sicurezza adottate.

Nel caso di impiego di esplosivi, varranno i controlli indicati nelle specifiche relative al loro impiego riportate nel presente Capitolato, oltre che nel “Capitolato Speciale di Appalto, Norme Tecniche: Gallerie”.

4.5.1.2 Rivestimento di scarpate in roccia con rete metallica

| ACCETTAZIONE DEI MATERIALI | |
|-----------------------------------|---|
| FASI DI CONTROLLO | AZIONI DI VERIFICA |
| PRIMA DELLA MESSA IN OPERA | <p>RICOGNIZIONE A VISTA:</p> <ul style="list-style-type: none">✓ controllo che nei punti di torsione della rete lo zinco non presenti sollevamenti o screpolature <p>VERIFICA DOCUMENTAZIONE:</p> <ul style="list-style-type: none">✓ Per ogni partita di rete giunta in cantiere dichiarazione di conformità/prestazione CE e dalla relativa marcatura CE oppure dal Certificato di Idoneità tecnica rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale così come indicato nelle “Linee guida per la certificazione di idoneità tecnica all’impiego e l’utilizzo di prodotti in rete metallica a doppia torsione”, approvate dal Consiglio Superiore di LL.PP. con parere n.69 del 2 luglio 2013 ; |
| ULTERIORI VERIFICHE | <p>PROVE SU CAMPIONI DI FILO:</p> <ul style="list-style-type: none">✓ (a discrezione della D.L.) prelievo di campioni di filo, ciascuno della lunghezza di almeno 40 cm, in ragione di almeno un campione ogni 300 mq di rete (e, comunque, almeno 1 campione), oltre a 1 campione ogni 10 matasse di filo per cucitura.✓ VERIFICHE DELLA LUNGHEZZA DEGLI ANCORAGGI attraverso la misura dei fori predisposti e la misura delle barre/funi presenti in cantiere predisposte per l’inserimento nei fori |
| NOTA | <i>Se il Direttore Lavori riscontra la mancanza della certificazione CE la partita sarà rifiutata e l’Appaltatore dovrà allontanarla dal cantiere a sua cura e spese.</i> |

4.5.1.3 *Rivestimento di scarpate o pareti rocciose con pannelli di rete in funi di acciaio e realizzazione del reticolo di contenimento in fune*

| ACCETTAZIONE DEI MATERIALI | |
|-----------------------------------|--|
| FASI DI CONTROLLO | AZIONI DI VERIFICA |
| PRIMA DELLA MESSA IN OPERA | VERIFICA DOCUMENTAZIONE: ✓ per ogni partita di rete giunta in cantiere, l'Appaltatore dovrà consegnare alla Direzione dei Lavori la certificazione che accerti come tutti i materiali impiegati debbano provenire da fornitori che operano con un sistema qualità certificato, in conformità alle norma UNI EN ISO 9001 in vigore; |
| ULTERIORI VERIFICHE | PROVE SU CAMPIONI DI FILO: ✓ (a discrezione della D.L.) prelievo di campioni di cavo della lunghezza di almeno 50 cm, in ragione di almeno un campione ogni 200 mq di pannelli posti in opera e, comunque almeno 1, allo scopo di definire la resistenza dell'elemento |
| NOTA | <i>Se il Direttore Lavori riscontra la mancanza della certificazione la partita sarà rifiutata e l'Appaltatore dovrà allontanarla dal cantiere a sua cura e spese.</i> |

La Direzione dei Lavori procederà alla verifica di ogni partita del materiale utilizzato.

4.5.1.4 *Rivestimento mediante impiego di calcestruzzo spruzzato*

La composizione del conglomerato dovrà essere sottoposta dall'Appaltatore alla preventiva approvazione della Direzione Lavori e comprovata da idonea qualificazione e comunque dovrà rispettare quanto riportato nel "Capitolato Speciale di Appalto, Norme Tecniche: Calcestruzzi e acciai per c.a. e c.a.p.", al quale si rimanda

4.5.1.5 *Barriere paramassi*

| ACCETTAZIONE DEI MATERIALI | |
|-----------------------------------|--|
| FASI DI CONTROLLO | AZIONI DI VERIFICA |
| PRIMA DELLA MESSA IN OPERA | <p>VERIFICA DOCUMENTAZIONE:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Tutti i materiali e/o componenti (profilati in acciaio, cavi funicolari, reti metalliche, lamiere lisce e sagomate, ecc.) devono essere nuovi di fabbrica ed accompagnati da certificazione di origine e dichiarazioni di conformità, secondo le normative applicabili, ad esempio UNI EN 10025 (montanti in acciaio), UNI EN 12385 (funi d'acciaio), UNI EN 10264-2 (zincatura funi), UNI 1461 (zincatura carpenteria metallica), nonché, ove prevista, della attestazione della marcatura CE, ai sensi del Regolamento UE n.305/2011. ✓ Le barriere ad assorbimento di energia dovranno essere accompagnate da certificazione CE, in conformità alla Linea Guida di Benestare Tecnico Europeo ETAG 027. ✓ Il certificato dovrà riportare le specifiche tecniche delle barriere testate, che dovranno essere conformi a quelle di progetto. ✓ L'Appaltatore dovrà preventivamente fornire le sollecitazioni sulle fondazioni corrispondenti a quelle di progetto, la deformata massima della barriera verso valle, nonché adeguata relazione di calcolo per il dimensionamento di tutti gli elementi di fondazione (sottofondazione dei puntoni di sostegno, ancoraggi di monte e laterali, ecc.). ✓ La DI, sulla base delle sollecitazioni sulle fondazioni desunte dalle prove di crash test, potrà effettuare delle prove di efficienza degli ancoraggi ai sensi delle norme AGI-AICAP 2012 a conferma dei calcoli dimensionali forniti. ✓ Elaborati grafici della barriera conformi a quelli di progetto, manuale di installazione e montaggio, manuale di manutenzione di ripristino funzionale. ✓ Copia dell'originale comprovante che il sistema di qualità del produttore dei componenti del |

| | |
|---|---|
| | <p>sistema barriera paramassi, è conforme alla UNI ISO 9001/2008</p> <p>✓ Copia dell’originale comprovante che il produttore dei componenti della struttura è un centro di trasformazione ai sensi delle NTC 2008</p> |
| DURANTE LA POSA IN OPERA | <p>La D.L., all’inizio delle attività e/o durante il corso dei lavori, potrà ordinare tutte le prove di verifica dimensionale, di resistenza e di zincatura dei vari materiali che riterrà necessario effettuare, nonché della verniciatura protettiva dei profilati metallici.</p> |
| ULTERIORI VERIFICHE | <p>La DI, sulla base delle sollecitazioni sulle fondazioni desunte dalle prove di crash test, dovrà effettuare delle prove di efficienza degli ancoraggi ai sensi delle norme AGI-AICAP 2012</p> |
| <p>NOTA <i>Se il Direttore Lavori riscontra la mancanza della certificazione la partita sarà rifiutata e l’Appaltatore dovrà allontanarla dal cantiere a sua cura e spese;</i></p> | |

4.5.1.6 Rilevati per il contenimento dei massi

Elementi per il rinforzo dei rilevati per il contenimento dei massi

I rinforzi devono essere Certificati da Istituto o Ente accreditato per la loro idoneità alla realizzazione di valli, tomi e barriere paramassi in terra rinforzata, in base a prove in vera grandezza realizzate secondo normativa UNI 11167-2006 ed attestanti la loro capacità di assorbire impatti con energia ≥ 4.500 kJ.

4.5.1.7 Geogriglie in fibra sintetica

Il Sistema Qualità del Produttore deve essere certificato a fronte delle norme UNI EN ISO 9001:2000

| ACCETTAZIONE DEI MATERIALI | |
|-----------------------------------|---------------------------|
| FASI DI CONTROLLO | AZIONI DI VERIFICA |
| | |

| | |
|--|--|
| PRIMA DELLA MESSA IN OPERA | <p>VERIFICA DOCUMENTAZIONE:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Dichiarazione di conformità/prestazione CE e relativa marcatura CE (con i relativi estremi) ✓ Oltre alla verifica della documentazione in accordo con il Capitoli 11.1 delle NTC 2008, la D.L. può ordinare prove specifiche di accettazione, da eseguirsi presso laboratori di cui all’art.59 del DPR 380/2001. |
| DURANTE LA POSA IN OPERA | In corso d'opera, saranno eseguiti controlli giornalieri sull’applicazione della procedura operative per la posa in opera dei materiali. |
| <p>NOTA <i>Se il Direttore Lavori riscontra la mancanza della certificazione la partita sarà rifiutata e l’Appaltatore dovrà allontanarla dal cantiere a sua cura e spese;</i></p> | |

4.5.1.8 Gabbionate

| ACCETTAZIONE DEI MATERIALI | |
|-----------------------------------|---|
| FASI DI CONTROLLO | AZIONI DI VERIFICA |
| PRIMA DELLA MESSA IN OPERA | <p>VERIFICA DOCUMENTAZIONE:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Manuale di installazione e montaggio, manuale di manutenzione di ripristino funzionale. ✓ Dichiarazione di conformità/prestazione CE e relativa marcatura CE (con i relativi estremi) rilasciate sulla base di un ETA (indicare il riferimento), per ogni fornitura di rete metallica in cantiere ✓ Oltre alla verifica della documentazione in accordo con il Capitoli 11.1 delle NTC 2008, la D.L. può ordinare prove specifiche di accettazione, da eseguirsi presso laboratori di cui all’art.59 del DPR 380/2001, su campioni di filo ed elementi di rete, secondo le indicazioni di prova descritte nelle “<i>Linee guida per la certificazione di idoneità tecnica all’impiego e l’utilizzo di prodotti in rete metallica a doppia torsione</i>”, approvate dal Consiglio Superiore di LL.PP. con parere n.69 del 2 luglio 2013 |

| | |
|--|--|
| | <ul style="list-style-type: none"> ✓ La D.L., durante il corso della fornitura, potrà far eseguire prove (di seguito elencate) sulle caratteristiche dei materiali di riempimento su lotti quantitativamente definiti dalla D.L., in funzione delle caratteristiche della cava e del materiale e delle dimensioni dei massi e delle opere da realizzare: <ul style="list-style-type: none"> non gelivo (norma R.D. n.2232 del 16/11/39) friabilità, dilavabilità, durezza, peso specifico (> 22KN/m³ per i materassi) ✓ Prova per la verifica dell'indice di porosità (0.3<p<0.4) su un campione per ogni tipo di gabbione o materasso da utilizzare. ✓ Certificato di analisi della pezzatura del pietrame per ogni lotto della fornitura (prova eseguita in cava) |
| <p>DURANTE LA POSA IN OPERA</p> | <p>In corso d'opera, saranno eseguiti controlli giornalieri sull'applicazione della procedura operativa per la posa in opera dei materiali:</p> <ul style="list-style-type: none"> – verifica a spot, sul lotto giornaliero di lavori, della conformità delle legature dei gabbioni e dei materassi a quanto prescritto dal presente Capitolato, sia sui singoli elementi che sugli accoppiamenti e sulle inserzioni di diaframmi di rinforzo – verifica a spot, sul lotto giornaliero di lavori, dell'inserimento di tiranti tra le pareti opposte di ogni singolo elemento di gabbione, nel caso che questo non sia munito di diaframmi intermedi |
| <p>NOTA <i>Se il Direttore Lavori riscontra la mancanza della certificazione la partita sarà rifiutata e l'Appaltatore dovrà allontanarla dal cantiere a sua cura e spese;</i></p> | |

NOTA Ciascun prodotto, nella confezione fornita dal fabbricante, deve chiaramente e costantemente essere riconoscibile attraverso idonea etichettatura dalle quale risultino, in modo inequivocabile, il riferimento al fabbricante, allo stabilimento di produzione ed al lotto di produzione, alle caratteristiche tecniche tipologiche e prestazionali del materiale ed il riferimento della marcatura CE .

4.5.2 Muri di sostegno

Le strutture di sostegno e contenimento dovranno essere realizzate secondo gli elaborati esecutivi di progetto, redatti nel rispetto delle norme vigenti.

La Direzione Lavori, dopo che il Progettista avrà preso visione dei documenti di cui all'art. 9 della legge n.1086 e s.m.i ed avrà verificato la previsione di utilizzazione del manufatto prefabbricato ed il suo organico inserimento nel progetto, autorizzerà l'Impresa a porre in opera la struttura prefabbricata.

Nella realizzazione dei componenti in conglomerato cementizio vibrato semplice od armato, normale o precompresso, nonché per gli acciai di armatura, dovranno essere rispettate le prescrizioni di cui al “Capitolato Speciale di Appalto, Norme Tecniche: Calcestruzzi e acciai per c.a. e c.a.p.”, al quale si rimanda.

Per le caratteristiche dei geotessili si rimanda al “Capitolato Speciale di Appalto, Norme Tecniche: Movimenti di terra” .

Qualora previsto in progetto, i muri potranno avere paramento a faccia vista realizzato con lastre in pietra inglobate nel getto.

4.5.3 Muri di sostegno in muratura

Per quanto concerne le opere di sostegno in muratura di pietrame, si dovrà verificare che la posa in opera e il materiale impiegato soddisfino le prescrizioni riportate nel “Capitolato Speciale di Appalto, Norme Tecniche: Murature”, al quale si rimanda.

4.5.4 Muri di sostegno in calcestruzzo

Per quanto riguarda i calcestruzzi e gli acciai di armatura, valgono le prescrizioni riportate nel “Capitolato Speciale di Appalto, Norme Tecniche: Calcestruzzi e acciai per c.a. e c.a.p.”, al quale si rimanda.

4.5.5 Muri di sostegno in elementi prefabbricati (c.a.v. e c.a.p.)

Per quanto riguarda il trasporto, la movimentazione e le tecniche di messa in opera degli elementi e del complesso strutturale, l’Impresa dovrà fare riferimento ai documenti di progetto, che dovranno contenere tutte le indicazioni del caso, come esplicitamente richiesto dalle Norme Tecniche per le costruzioni (D.M. 14-01-2008), nel rispetto delle responsabilità e competenze delle diverse figure professionali stabilite dalle stesse Norme.

Al § 4.1.10 del D.M. 14-01-2008 sono riportate le definizioni e le caratteristiche di conformità degli elementi prefabbricati prodotti in serie dichiarata e/o controllata.

L’Impresa dovrà far pervenire alla Direzione dei Lavori, all’atto della fornitura, i documenti di accompagnamento previsti al § 11.8.5 del D.M. 14-01-2008. In particolare, la Direzione Lavori controllerà che gli ambiti di competenza di ciascuna figura professionale richiamata dal citato decreto siano stati rispettati.

Le eventuali forniture non conformi alle succitate disposizioni saranno rifiutate.

Si precisa che a tutti gli elementi prefabbricati dotati di marcatura CE si applica quanto riportato nei punti A) oppure C) del § 11.1 del D.M. 14-01-2008. In tali casi, inoltre, si considerano assolti i requisiti procedurali di cui al deposito ai sensi dell’art.9 della Legge 05.11.71 n.1086 ed alla certificazione di idoneità di cui agli artt. 1 e 7 della Legge 02.02.74 n.64. Ai fini dell’impiego, tali prodotti devono comunque rispettare, laddove applicabili, i §§ 11.8.2, 11.8.3.4 ed 11.8.5 del D.M. 14-01-2008, per quanto non in contrasto con le specifiche tecniche europee armonizzate.

Ai fini della verifica di quanto sopra, l’Impresa dovrà consegnare alla Direzione Lavori, all’atto della fornitura, tutta la documentazione inerente la marcatura CE dei manufatti.

4.5.6 Opere di sostegno in terra rinforzata

Per quanto riguarda questa tipologia di opere, si richiede che i materiali impiegati e le loro modalità di posa in opera, soddisfino i requisiti indicati nel “Capitolato Speciale di Appalto, Norme Tecniche: Movimenti di terra”, al quale si rimanda.

4.5.7 Opere di difesa spondale

Vengono di seguito riportate le specifiche relative ai controlli da effettuare per le opere in pietrame da realizzare per la difesa spondale; per quanto riguarda i gabbioni da porre in opera per gli stessi scopi, si rimanda a quanto riportato nel precedente paragrafo..

4.5.8 Opere in pietrame: controlli dei massi e loro posizionamento

| ACCETTAZIONE DEI MATERIALI | |
|-----------------------------------|--|
| FASI DI CONTROLLO | AZIONI DI VERIFICA |
| PRIMA DELLA MESSA IN OPERA | <ul style="list-style-type: none">✓ Classificazione mediante pesatura a spot, con la bascula disponibile in cantiere e suddivisione dei massi in base alle categorie riportate al paragrafo 4.3.2 del presente Capitolato. Ogni mucchio dovrà riportare chiare indicazioni sulla classe dei massi in esso contenuti✓ Verifica dell'assenza di rotture o lesioni, da effettuare a spot per i massi fino alla terza categoria e su ogni singolo, masso per le categorie superiori. |
| DURANTE LA POSA IN OPERA | <p>In corso d'opera, potranno essere eseguiti controlli giornalieri sull'applicazione della procedura operative per la posa in opera dei materiali:</p> <ul style="list-style-type: none">✓ Controllo che venga rispettato il posizionamento dei massi secondo le dimensioni, così come prescritto dal presente Capitolato e la ripartizione proporzionale delle varie categorie prescritta dal progetto.✓ Provvedere all'eliminazione incondizionata di tutti i massi che, durante la posa, dovessero cadere fuori sagoma. |
| PROVE SUI MATERIALI | <p>Accertamento delle caratteristiche dei massi:</p> <ul style="list-style-type: none">✓ l'Impresa, a sua cura e spese, dovrà predisporre, per l'invio a laboratorio, campioni costituiti da una serie di 24 cubi a facce perfettamente piane e parallele e con spigoli regolari delle dimensioni di 10 cm, oltre che da una serie di 8 cubi con spigoli di 3 cm; su ciascun campione, dovranno essere indicate le facce parallele al piano di giacitura in cava. |

| | |
|--|--|
| | <p>✓ La forma dei massi sarà tale che, inscrivendo ogni masso in un parallelepipedo, il minore dei lati del parallelepipedo circoscritto non risulterà inferiore alla metà del lato maggiore dello stesso. La Direzione Lavori ha la facoltà di integrare le prove sopra prescritte con prove di caduta massi direttamente in cava, secondo modalità fissate dalla stessa.</p> |
|--|--|

Tutte le prove di cui sopra saranno effettuate all'inizio della fornitura.

NOTA Per la classificazione dei massi secondo le categorie di cui al paragrafo 4.3.2, l'Impresa dovrà disporre di:

- una bascula tarata, della portata non inferiore a 20 tonnellate, per la pesatura dei massi che verranno approvvigionati con mezzi terrestri; tale bascula sarà del tipo a registrazione automatica e dovrà essere montata attuando ogni accorgimento per la perfetta regolarizzazione del piano di appoggio;
- mezzi fluviali, utilizzati per la formazione ed il ricarica delle scogliere radenti e dei pennelli, dotati di appositi dinamometri tarati per la determinazione del peso di ciascun masso

4.5.9 Prismi in conglomerato cementizio

| ACCETTAZIONE DEI MATERIALI | |
|-----------------------------------|---|
| FASI DI CONTROLLO | AZIONI DI VERIFICA |
| PRIMA DELLA MESSA IN OPERA | <p>✓ l'Impresa in contraddittorio con la Direzione Lavori, dovrà procedere al picchettamento della difesa, riportando fedelmente sul terreno il tracciato indicato in progetto</p> <p>✓ I prismi dovranno presentare facce piane, avere aspetto compatto e regolarità di forma; la Direzione Lavori rifiuterà quelli che non rispondessero alle caratteristiche di cui sopra.</p> <p>✓ controllo della resistenza del conglomerato: si procederà secondo le prescrizioni riportate nel "Capitolato Speciale di Appalto, Norme Tecniche "Calcestruzzi ed acciai per c.a. e c.a.p." al quale si rimanda,</p> |

| | |
|--|---|
| | <p>con l'avvertenza che l'Impresa non dovrà porre in opera i prismi prima che siano state effettuate le prove per la determinazione della resistenza e prima che la Direzione Lavori abbia terminato le operazioni di conteggio</p> |
|--|---|

NOTA Il trasporto in cantiere dei prismi non potrà aver luogo prima che siano trascorsi 30 giorni dalla data del loro confezionamento ed, in ogni caso, solo previa autorizzazione della Direzione Lavori.

4.6 Manifatti per lo smaltimento delle acque dal corpo stradale

4.6.1 Tubazioni

Affinché il lotto di materiale possa essere accettato da parte della Direzione Lavori deve sottostare ai seguenti requisiti:

| ACCETTAZIONE DEI MATERIALI | |
|-----------------------------------|---|
| FASI DI CONTROLLO | AZIONI DI VERIFICA |
| PRIMA DELLA MESSA IN OPERA | <ul style="list-style-type: none"> ✓ essere prodotto e fornito da una Ditta che possieda un Sistema Qualità aziendale conforme alla norma UNI EN ISO 9001:2000, ✓ riportare impresso indelebilmente su ogni elemento costituente il lotto: <ul style="list-style-type: none"> • Nome del fabbricante o il suo codice di riferimento • Diametro nominale • Classe di riferimento • Data di produzione • Norma di riferimento • Simbolo di identificazione dell’Ente di certificazione, attestante la conformità alla norma di settore; ✓ Essere corredato del certificato di collaudo del fabbricante con i relativi risultati dei test di fabbrica. |

| | |
|----------------------------|---|
| | <ul style="list-style-type: none"> ✓ Essere dotato di marcatura CE riportata su ogni elemento del lotto. |
| ULTERIORI VERIFICHE | <p>Prima di procedere alla posa in opera, si dovrà procedere ad una Ispezione Visiva:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ i tubi dovranno essere controllati uno ad uno per scoprire eventuali difetti. ✓ Le code, i bicchieri, le guarnizioni devono essere integre. <p>La DL potrà effettuare controlli dimensionali nonché prove di tenuta idraulica. La Direzione Lavori si riserva in ogni caso il diritto di far effettuare in stabilimento, verifiche e prove di accertamento della qualità delle forniture</p> |
| NOTA | <i>Se il Direttore Lavori riscontra la mancanza della certificazione la partita sarà rifiutata e l'Appaltatore dovrà allontanarla dal cantiere a sua cura e spese;</i> |

4.6.2 Cunette

| ACCETTAZIONE DEI MATERIALI | |
|-----------------------------------|--|
| FASI DI CONTROLLO | AZIONI DI VERIFICA |
| PRIMA DELLA MESSA IN OPERA | <p>VERIFICA DOCUMENTAZIONE:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ per ogni partita di cunette giunta in cantiere, l'Appaltatore dovrà consegnare alla Direzione dei Lavori la certificazione che accerti come tutti i materiali impiegati debbano provenire da fornitori che operano con un sistema qualità certificato, in conformità alle norma UNI EN ISO 9001 in vigore; ✓ Dichiarazione di conformità/prestazione CE e relativa marcatura CE (con i relativi estremi) |
| ULTERIORI VERIFICHE | <p>PROVE SU CAMPIONE:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ (a discrezione della D.L.) prelievo di almeno un campione per ogni partita posti in opera allo scopo di definire la resistenza dell'elemento |

NOTA *Se il Direttore Lavori riscontra la mancanza della certificazione la partita sarà rifiutata e l’Appaltatore dovrà allontanarla dal cantiere a sua cura e spese;*

4.6.3 *Manufatti in lamiera d’acciaio ondulata*

| ACCETTAZIONE DEI MATERIALI | |
|-----------------------------------|---|
| FASI DI CONTROLLO | AZIONI DI VERIFICA |
| PRIMA DELLA MESSA IN OPERA | <ul style="list-style-type: none"> ✓ Controllo della produzione in stabilimento ✓ L’Impresa, per ogni singolo manufatto, dovrà richiedere al produttore la certificazione attestante il regime di assicurazione di qualità. Inoltre, secondo quanto stabilito dall’art. 58 del DPR 6 giugno 2001, n. 380 e s.m.i., dovrà fornire la seguente certificazione e documentazione: <ul style="list-style-type: none"> • documentazione, di cui all’art. 58 lett. a), b), c), d) del DPR 6 giugno 2001, n. 380 e s.m.i.; • Progetto Esecutivo dell’opera, adattato alla situazione effettiva del luogo, con le caratteristiche geometriche, lo spessore delle lamiere, le modalità ed i particolari di montaggio; il suddetto progetto dovrà essere corredato del Piano di Manutenzione; • Relazione di calcolo, con la verifica della stabilità statica della struttura in funzione delle dimensioni, delle specifiche condizioni di carico nonché dei carichi accidentali. La verifica della stabilità statica delle strutture sarà effettuata in funzione dei diametri e dei carichi esterni applicati, adottando uno dei metodi previsti nelle NTC 2008. ✓ Verifica dell’assenza di soffiature, bolle di fusione, macchie, scalfitture, parti non zincate, ecc.. ✓ Prelevo campioni (elementi della fornitura ad es. lamiere o tubiperforati) all’arrivo in cantiere. La frequenza dei prelievi sarà di un elemento per ogni partita di 10 t di materiale e, comunque, non meno di uno per ogni singolo |

| | |
|---------------------------------|--|
| | <p>manufatto;</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Dichiarazione di conformità/prestazione CE e relativa marcatura CE (con i relativi estremi) |
| DURANTE LA POSA IN OPERA | <p>verifica che l'appoggio dell'elemento sia costituito da un letto uniforme, omogeneo, stabile, resistente, evitando la posa in opera direttamente su fondo roccioso o su una piattaforma di calcestruzzo, rispettando le indicazioni riportate nel presente Capitolato</p> |
| PROVE SUI MATERIALI | <p>Accertamento delle caratteristiche della fornitura attraverso prove chimiche e meccaniche:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Resistenza a rottura acciaio, spessore elemento, peso e spessore rivestimento zinco su entrambe le facce (UNI 11406), presenza del rame nell'acciaio nelle prescritte quantità; ✓ Nel caso in cui gli accertamenti su un elemento non trovino corrispondenza alle caratteristiche previste ed il materiale presenti evidenti difetti, saranno presi in esame altri 2 elementi; se l'accertamento di questi 2 elementi è positivo si accetta la partita, se negativo si scarta la partita. Se un elemento è positivo e l'altro no, si controllano 3 elementi, se uno di questi è negativo si scarta la partita. ✓ I pesi, in rapporto allo spessore dei vari diametri impiegati, dovranno risultare da tabelle fornite da ogni fabbricante, con tolleranza del $\pm 5\%$ ($\pm 4\%$ per i manufatti tubolari perforati in lamiera ondulata) |

La Direzione Lavori si riserva di far assistere proprio personale alla posa in opera degli elementi componenti i manufatti (lamiere o tubi perforati) allo scopo di controllare la corretta esecuzione secondo le prescrizioni indicate nel presente CSA.

4.6.4 Laboratori accreditati

Le **prove di qualifica** eseguite in integrazione alla **Marcatatura CE**, nonché le **prove di collaudo o verifica** eseguite sui materiali o sui singoli componenti dei sistemi di protezione acustica, dovranno essere effettuate da **laboratori accreditati** secondo la Norma ISO 17025 da Ente

ACCREDIA, da Enti equivalenti europei affiliati all’associazione degli organismi di accreditamento europei EA (<http://www.european-accreditation.org>).

4.7 Modalità Di Esecuzione

4.7.1 Disgaggio

Nel caso siano presenti reti addossate sulla parete, è necessario prevedere il loro taglio parziale e la creazione di aperture, che dovranno essere ripristinate al termine dei lavori.

Le lavorazioni verranno svolte essenzialmente con attrezzi a mano, da parte di un operatore in parete che provvederà, durante la calata, alla rimozione di tutti gli elementi instabili individuati in progetto.

Dopo la rimozione della porzione di roccia, la nicchia dovrà essere accuratamente ripulita dagli elementi lapidei più piccoli eventualmente presenti.

Durante la fase di discesa, si dovranno rimuovere tutti gli elementi instabili che potrebbero essere mobilitati dalle oscillazioni della corda.

Le leve manuali e gli altri attrezzi occorrenti, nonché tutta l’attrezzatura necessaria per le lavorazioni, verranno collegati all’operatore mediante cordini di sicurezza, per evitare la loro caduta accidentale.

Per il taglio della vegetazione, l’operatore, calato lungo la parete con le medesime modalità delle operazioni di disgaggio, giunto in corrispondenza dell’elemento vegetale da rimuovere, provvederà al taglio “a raso” dello stesso, utilizzando a tale proposito l’apparecchiatura più appropriata.

Si dovrà inoltre procedere alla verifica se l’apparato radicale avrà causato l’eventuale instabilità di porzioni lapidee; ove necessario, si procederà quindi alle operazioni di disgaggio, secondo le modalità precedentemente enunciate.

La ceppaia restante dovrà essere trattata con opportuna sostanza antivegetativa, al fine di impedire l’ulteriore azione dell’apparato radicale.

Nella fase preliminare all’esecuzione dei lavori, si dovranno predisporre tutti gli accorgimenti atti alla messa in sicurezza della sede stradale (eventuale barriera provvisoria di protezione, segnaletica, eventuale chiusura al traffico o traffico alternato, ecc.).

Gli operatori dovranno essere dotati di tutte le attrezzature alpinistiche di progressione (discensore, bloccanti, ecc.) e le procedure operative dovranno rispondere ad adeguati standard di sicurezza secondo i disposti legislativi (D.Lgs. 81/08 e s.m.i.).

La posizione e l’estensione di tali dispositivi di protezione e sicurezza dovrà essere preventivamente approvata dalla Direzione dei Lavori.

4.7.2 Demolizioni di volumi rocciosi in equilibrio precario

Le operazioni di demolizione dovranno predisporre la pendice all'accoglimento in sicurezza degli interventi di rete e rinforzo corticale, nonché ad una diminuzione del rischio potenziale, nel caso di opere paramassi o qualsiasi altra struttura che non sia adagiata sulla parete rocciosa.

Nella fase preliminare all'esecuzione dei lavori, si dovranno predisporre tutti gli accorgimenti atti alla messa in sicurezza della sede stradale e di opere adiacenti (eventuale barriera provvisoria di protezione, segnaletica, chiusura strada o traffico alternato, eventuali assicurazioni ed evacuazioni, ecc.).

La posizione e l'estensione di tali dispositivi di protezione e sicurezza dovrà essere preventivamente approvata dalla Direzione dei Lavori.

Le modalità di calata, le modalità di lavoro e le attrezzature impiegate saranno le stesse di quelle già viste per il disaggio.

4.7.2.1 Demolizioni con l'impiego di attrezzature idrauliche

La demolizione ed l'abbattimento di porzioni di roccia in equilibrio precario viene eseguito con l'utilizzo di attrezzature idrauliche ad alta pressione, quali martinetti ed allargatori.

I martinetti verranno azionati da pompa manuale, dotata di deviatori, al fine di poter azionare il martinetto successivo senza asportare il precedente.

I martinetti, così come gli utensili impiegati, verranno assicurati all'operatore con cordini di sicurezza.

Dopo l'asportazione del masso la nicchia di distacco verrà ripulita accuratamente.

4.7.2.2 Demolizioni con l'impiego di agenti chimici non esplosivi

La demolizione e l'abbattimento di porzioni di roccia in equilibrio precario viene eseguito mediante l'impiego di agenti chimici non esplosivi.

Il volume roccioso da demolire verrà predisposto all'accoglimento di tali agenti non esplosivi, realizzando, con perforatrice a rotopercolazione, dei fori del diametro non superiore a 45 mm.

I fori, prima del colamento al loro interno della sostanza, dovranno essere accuratamente puliti con aria compressa.

Quando esiste il pericolo di distacchi improvvisi, il volume roccioso dovrà essere, se necessario, rivestito con rete metallica posta in aderenza ed accuratamente ancorata all’intorno.

La spaziatura dei fori dovrà essere stabilita in base alla profondità delle perforazioni, ai volumi da demolire ed al tipo di sostanza chimica impiegata, secondo una maglia il più possibile regolare, generalmente avente lato non superiore ai 35 cm circa e, comunque, secondo le indicazioni progettuali.

La sostanza chimica dovrà essere maneggiata seguendo le norme di sicurezza riportate sulla confezione, avendo cura di formularne la composizione, tenendo conto dei fattori ambientali (temperatura e umidità) e dei tempi di reazione richiesti.

Trascorso il tempo necessario per la reazione chimica e dopo aver constatato il crollo della parte principale del masso roccioso in demolizione, si dovrà procedere alla accurata pulizia di tutti gli elementi lapidei rimasti nella nicchia di distacco, con l’impiego delle attrezzature più idonee.

4.7.2.3 Demolizioni con l’impiego di esplosivi

La demolizione e l’abbattimento di porzioni di roccia in equilibrio precario viene eseguito mediante l’impiego di esplosivi.

Il volume roccioso da demolire verrà predisposto all’accoglimento dell’esplosivo realizzando, con idonea perforatrice, dei fori del diametro non superiore a 45 mm.

Prima della posa in opera dell’esplosivo, i fori dovranno essere accuratamente puliti con aria compressa.

La spaziatura e la profondità dei fori, nonché l’entità delle cariche ed il tipo di esplosivo, dovranno essere accuratamente valutati in funzione del tipo di intervento da effettuare, questo in funzione anche del grado di comminazione richiesto, al fine della salvaguardia delle opere di presidio della strada (muri, opere di drenaggio, ecc.), che potrebbero non tollerare l’impatto con massi di grosse dimensioni; le suddette indicazioni dovranno essere riportate negli elaborati di progetto.

Quando esiste il pericolo di distacchi improvvisi, il volume roccioso dovrà essere, se necessario, rivestito con rete metallica e/o altro artificio, posti in aderenza e accuratamente ancorati all’intorno.

Nella bonifica di interi versanti, si dovrà operare in maniera tale da operare per trincee orizzontali, a partire dall’alto verso il basso.

E’ fatto divieto di utilizzare, in parete, detonatori a fuoco con micce a lenta combustione.

Si rende obbligatorio l'impiego di inneschi elettrici e, nel caso di lavori montani, si dovrà fare uso di inneschi elettrici ad alta intensità o nonel.

Gli esplosivi dovranno viaggiare separati dagli inneschi.

E' fatto divieto di lasciare, durante il brillamento, delle corde srotolate in parete.

Dopo il brillamento, si dovrà procedere ad una accurata pulizia di tutti gli elementi lapidei rimasti nella nicchia di distacco, operando con gli strumenti idonei.

Saranno a carico dell'Appaltatore:

- Rispetto delle leggi e delle normative vigenti, oltre alla richiesta ed all'ottenimento dei permessi delle competenti Autorità
- Polvere, micce, detonatori e tutto il materiale protettivo occorrente per il brillamento delle mine, compresa l'esecuzione di fori, ecc.
- Mezzi, materiali e personale qualificato occorrente per l'esecuzione dei lavori nel rispetto delle norme di sicurezza vigenti
- Coordinamento nei tempi di esecuzione, in accordo al programma di costruzione e nel rispetto dei vincoli e delle soggezioni derivanti dalle altre attività in corso e dalle situazioni locali
- Eventuali assicurazioni ed evacuazione di fabbricati

4.7.3 Perforazione

Le attrezzature, del tipo idraulico o pneumatico, dovranno essere facilmente trasportate, spostate e posizionate nei punti di perforazione.

La perforatrice dovrà essere generalmente fissata alla parete rocciosa mediante tasselli ad espansione o ancoraggi preventivamente scelti o realizzati appositamente, al fine di garantire la voluta inclinazione.

Dovrà essere predisposta una opportuna controventatura con tirfor o funi.

Lungo i pendii acclivi, la macchina potrà essere collocata su idonea attrezzatura che verrà movimentata lungo il pendio con motoverricelli.

Raggiunta la profondità richiesta, il perforo dovrà essere ripulito dai detriti con aria compressa.

Nel caso di utilizzo di rivestimenti associati alla perforazione, questi saranno di acciaio, le cui dimensioni (spessore tubo, diametro interno, diametro esterno e lunghezza spezzoni) saranno funzione del diametro del perforo e delle caratteristiche dell'attrezzatura di perforazione.

La necessità di impiego del rivestimento provvisorio è da verificarsi caso per caso, in relazione alle reali caratteristiche del terreno incontrato e, comunque, dovrà essere autorizzato dalla Direzione Lavori.

L’Appaltatore potrà impiegare rivestimenti con diverse caratteristiche, in relazione all’attrezzatura di lavoro scelta, informando preventivamente la Direzione Lavori.

Nel caso si preveda la realizzazione di ponteggi per la messa in sicurezza alle operazioni di perforazione, questi potranno essere realizzati a parete ovvero appoggiati direttamente alla base della parete stessa. I ponteggi sospesi verranno assicurati alla parete mediante l’impiego di tasselli ad espansione o fittoni resinati, collocati in fori allo scopo realizzati e, inoltre, dovranno essere adeguatamente progettati e dimensionati. All’estremità opposta del tassello dovrà essere predisposto un manicotto sagomato, che costituisce il contrasto con l’espansione e permette l’aggancio con i morsetti dei ponteggi tubolari.

E’ fatto divieto di fissare le apparecchiature di perforazione direttamente al ponteggio.

Le lavorazioni dovranno essere tassativamente sospese durante le manifestazioni temporalesche.

4.7.4 Sistemi di rivestimento delle scarpate

4.7.4.1 Rivestimento di scarpate in roccia con rete metallica

Dopo le operazioni di pulizia e disgaggio, lungo il bordo superiore verranno realizzati degli agganci provvisori in ferro sagomato.

Nel caso siano presenti reti addossate sulla parete, è necessario prevedere il loro taglio parziale e la creazione di aperture, che dovranno essere ripristinate al termine dei lavori.

Si procederà, quindi, alla stesa di un cavo metallico passante per gli agganci, con diametro $\phi \geq 6$ mm, al quale verranno fissate provvisoriamente i teli di rete.

I rotoli di rete, preparati e catalogati in funzione dell’area da rivestire, verranno sollevati con l’impiego di mezzi opportuni (autogru, camion gru, elicottero, verricelli, ecc.) fino al bordo superiore, dove dovranno essere fissati, con funi o moschettoni, al cavo provvisorio.

I rotoli verranno stesi secondo le linee di massima pendenza e guidati da due operatori in parete, con l’intento di rivestire con continuità la parete.

Nell’eventualità che siano presenti degli elementi aggettanti, verranno stesi dei cavi di acciaio orizzontali, fissati ad ancoraggi provvisori, al fine di consentire l’aderenza della rete alla parete.

I teli di rete, una volta stesi lungo la scarpata, dovranno essere collegati tra loro ogni 20 cm con idonee cuciture (non meno di due giri di filo) eseguite con filo avente le stesse caratteristiche di quello della rete e diametro pari a 2,20/3,00 mm o con punti metallici meccanizzati di diametro $\geq 3,00$ mm e carico di rottura ≥ 1770 N/mm².

Nella esecuzione dei fori, l’Appaltatore dovrà avere cura di posizionarli nei punti dove la roccia si presenta più sana e compatta.

La rete verrà ripiegata intorno all’armatura del cordolo, realizzata con tondino per c.a. ad aderenza migliorata. Nelle asole degli ancoraggi di sommità e di piede viene steso un cavo in acciaio zincato. Il cavo, dopo essere stato tesato con attrezzo di trazione da 800 kg, viene fissato agli ancoraggi perimetrali, con coppia di idonei morsetti (tipo a cavallotto).

I bordi sommitali e di piede della rete dovranno essere adeguatamente collegati ai cavi di acciaio.

Lungo la fune di contenimento al piede, almeno ogni 10 m, dovrà essere predisposta un’asola con diametro minimo di 1 m, attrezzata con una morsa in semigusci di fusione, avente la funzione di consentire il rapido scarico dei materiali eventualmente trattenuti a tergo della stessa rete.

Sulla rete potrà essere predisposto un rafforzamento, mediante la formazione di un reticolo di funi di contenimento costituito da un’orditura romboidale ed, eventualmente, anche da un’orditura verticale, entrambe in fune metallica del diametro previsto negli elaborati di progetto e comunque $\phi \geq 12.0$ mm

La fune, che sarà fatta passare in corrispondenza degli incroci all’interno degli ancoraggi, verrà tesata e bloccata con relativi morsetti in conformità alla norma UNI EN 13411-5.

I cavi posti in opera dovranno essere tagliati con idonea cesoia, dopo aver nastrato accuratamente il tratto interessato dal taglio.

I cavi saranno fissati ad una estremità con idonei morsetti (tipo a “cavallotto”), in numero conforme alla normativa, ovvero in funzione del diametro del cavo.

All’altra estremità verrà posizionato l’attrezzo di trazione manuale, per la tesatura del cavo fino alla massima trazione.

Si procederà quindi al bloccaggio del cavo con morsetti di caratteristiche analoghe a quelle viste in precedenza e con le medesime modalità.

4.7.4.2 Rivestimento di scarpate o pareti rocciose con pannelli di rete in funi di acciaio

I pannelli di rete in trefolo saranno ancorati alla parete con disposizione e frequenza indicata negli elaborati di progetto in funzione delle caratteristiche della roccia e, comunque, con densità pari ad almeno n. 1 ancoraggio per ogni angolo del pannello e, in ogni caso, con interasse non superiore a 3 m, mediante ancoraggi in barra di acciaio zincato.

Gli incroci delle funi devono essere idoneamente vincolati.

Il carico di rottura a strappo minimo del nodo di giunzione degli incroci fra le funi dovrà essere ≥ 22 kN.

Nella esecuzione dei fori, l’Appaltatore dovrà avere cura di posizionarli nei punti dove la roccia si presenta più sana e compatta, oltre che secondo la predisposizione prevista in progetto.

Il collegamento fra i pannelli rete in fune e gli ancoraggi predisposti sarà realizzato con fune di acciaio della stessa tipologia e diametro di quella costituente l’orditura della maglia, in modo da creare una idonea cucitura fra gli stessi. Tali funi saranno tesate e bloccate con i relativi morsetti, in conformità alla norma UNI EN 13411-5.

Si provvederà all’ancoraggio dei pannelli di rete alla parete con opportuni ancoraggi, la cui disposizione e frequenza, funzione delle caratteristiche della roccia, è indicata negli elaborati di progetto,.

Sui pannelli, potrà essere predisposto un rafforzamento mediante la formazione di un reticolo di contenimento

Tale rafforzamento verrà realizzato predisponendo, sulla parete, l’ubicazione dei punti di perforazione secondo il reticolo previsto in progetto.

Predisposti gli ancoraggi, realizzati con cavo metallico ad anima tessile o con barre di metallo, si procederà alla loro cementazione ed alla loro stesura, facendoli passare all’interno delle asole terminali degli ancoraggi di attacco precedentemente realizzati.

I cavi posti in opera verranno tagliati con idonea cesoia, dopo aver nastrato accuratamente il tratto interessato dal taglio.

I cavi saranno fissati ad una estremità con idonei morsetti (tipo a “cavalotto”), in numero conforme alla Normativa ovvero in funzione del diametro del cavo. (UNI EN 13411-5)

All’altra estremità, verrà posizionato l’attrezzo di trazione manuale, per la tesatura del cavo fino alla massima trazione.

Si procederà quindi al bloccaggio del cavo, con morsetti di caratteristiche analoghe a quelle viste in precedenza e con le medesime modalità.

4.7.4.3 Realizzazione del reticolo di contenimento in fune

L’intervento consiste nel sovrapporre ad uno dei sistemi di protezione semplice (rete metallica in aderenza, pannelli in aderenza, rete ad anelli in aderenza), un reticolo di funi a disposizione romboidale ed eventualmente verticale.

la fune viene fatta discendere dall’alto verso il basso collegando obliquamente due serie di ancoraggi adiacenti secondo una linea a zig-zag, passando in corrispondenza agli incroci all’interno degli ancoraggi, sarà tesata e bloccata con relativi morsetti in conformità alla norma UNI EN 13411-5;

sulla sommità ed alla base, le funi del reticolo di contenimento sono bloccate sulle asole degli ancoraggi precedentemente realizzati per il posizionamento del sistema di protezione;

altri ancoraggi devono essere posizionati sui bordi laterali dell'intervento e sugli incroci del reticolo romboidale in fune

- le barre di ancoraggio sono infisse nel terreno previa formazione di fori di diametro non inferiore a $\varnothing = 32.0$ mm ed iniettati con boiaccia di cemento additivata con prodotti antiritiro;
- il collegamento delle funi del reticolo agli ancoraggi si realizza con un asola e morsetti (tipo DIN741 $\varnothing 12$ mm, in quantità di 3 per ogni asola)

Tale rafforzamento verrà realizzato predisponendo sulla parete l'ubicazione dei punti di perforazione secondo il reticolo previsto in progetto.

Predisposti gli ancoraggi realizzati con cavo metallico ad anima metallica o con barre di metallo, si procederà alla loro cementazione ed alla loro stesura, facendoli passare all'interno delle asole terminali degli ancoraggi di attacco precedentemente realizzati.

I cavi posti in opera verranno tagliati con idonea cesoia, dopo aver nastrato accuratamente il tratto interessato dal taglio.

I cavi saranno fissati ad una estremità con idonei morsetti (tipo a "cavallotto"), in numero conforme alla Normativa ovvero in funzione del diametro del cavo. (UNI EN 13411-5)

All'altra estremità verrà posizionato attrezzo di trazione manuale, per la tesatura del cavo fino alla massima trazione.

Si procederà, quindi, al bloccaggio del cavo con morsetti di caratteristiche analoghe a quelle viste in precedenza e con le medesime modalità.

4.7.4.4 Imbragaggio di grossi volumi rocciosi instabili

L'imbragaggio di volumi rocciosi instabili può essere effettuato con l'impiego di una fasciatura in funi metalliche

Dopo aver tracciato i punti di perforazione degli ancoraggi, si procederà alla loro esecuzione con l'impiego di idonea macchina perforatrice.

All'interno dei fori, dopo la cementazione, verranno posti in opera gli ancoraggi

Le barre di ancoraggio sono infisse nel terreno previa formazione di fori di diametro non inferiore a $\varnothing = 45.0$ mm, iniettati con boiaccia di cemento additivata con prodotti antiritiro.

La cementazione verrà eseguita a gravità prima dell'inserimento degli ancoraggi, con le metodologie descritte nel precedente paragrafo relativo alla perforazione.

I cavi posti in opera saranno tagliati con idonea cesoia dopo aver nastrato accuratamente il tratto interessato dal taglio.

I cavi saranno fissati ad una estremità con idonei morsetti (tipo a “cavallotto”) in numero conforme alla normativa, ovvero in funzione del diametro del cavo - UNI EN 13411-5

All'altra estremità verrà posizionato l'attrezzo di trazione manuale, per la tesatura del cavo fino alla massima trazione.

Si procederà quindi al bloccaggio del cavo con morsetti di caratteristiche analoghe a quelle viste in precedenza e con le medesime modalità, ovvero con altri accorgimenti tecnici che garantiscano le medesime prestazioni.

Le modalità di calata, le modalità di lavoro e le attrezzature impiegate saranno le stesse di quelle già viste per il disaggio.

4.7.4.5 Rivestimento mediante impiego di calcestruzzo spruzzato

Prima dell'applicazione, la superficie dovrà essere preparata eseguendo i lavori preliminari di seguito descritti.

Nel caso di supporto costituito da terreno o ammasso roccioso:

- rimozione di blocchi instabili o materiale incoerente;
- preumidificazione della superficie, se questa è assorbente;
- captazione e/o controllo preventivo delle venute d'acqua

Nel caso di ripristino di strutture esistenti:

- rimozione dello strato incoerente o fortemente degradato

Si procederà alla stesa ed al fissaggio sulle pareti sub-verticali di idonea armatura, così come prevista negli elaborati di progetto.

Le eventuali reti di armatura dovranno essere posate e fissate in modo da consentire sia il loro corretto ricoprimento, che di impedire la formazione di vuoti a tergo.

Le reti di armatura dovranno essere fissate con almeno 3 chiodi/m², su un primo strato di conglomerato proiettato dello spessore di almeno 2-3 centimetri, per evitare movimenti o distacchi durante la successiva proiezione.

Qualora il progetto preveda uno spessore di calcestruzzo proiettato maggiore di 15 centimetri, ovvero le condizioni operative di fatto producano spessori maggiori di 15 cm, dovrà essere prevista una seconda armatura da fissare con almeno 3 chiodi/m², sul doppio strato già in opera, in modo tale da garantire un copriferro finale di almeno 4 centimetri.

Il fissaggio dell'armatura avverrà a mezzo di staffe in acciaio aventi, di norma, il diametro di 10 mm e la lunghezza non inferiore a 40 cm, preventivamente trattate con antiruggine.

Nel caso di impiego di reti di armatura disposte in più strati, la distanza fra gli strati dovrà essere compresa fra 30 e 50 mm, in relazione al diametro massimo degli aggregati.

La distanza fra le reti dovrà essere assicurata da idonei distanziatori in numero adeguato, ovvero mediante presagomature delle reti stesse.

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

I costituenti per la realizzazione della miscela base (cemento, aggregati, aggiunte, acqua, eventuali additivi e fibre) dovranno essere mescolati per il tempo sufficiente a fornire una miscela omogenea, secondo le prescrizioni riportate nel "Capitolato Speciale di Appalto, Norme Tecniche: Calcestruzzi e acciai per c.a. e c.a.p."

Sulle pareti sub-verticali, dopo un'accurata bagnatura, si procederà all'esecuzione del rivestimento con malta di cemento.

Lo spessore reso di tale strato di rivestimento non dovrà mai essere inferiore a 3 cm.

Durante la stesa dell'armatura metallica, l'Appaltatore dovrà provvedere a riquadrare la stessa sui lati ed in corrispondenza di necessari giunti di dilatazione, a mezzo di tondino di ferro del diametro di 4 o 6 mm, secondo le disposizioni che a tale proposito verranno impartite dalla Direzione dei Lavori.

Qualora i lavori venissero eseguiti in presenza di traffico, durante la loro esecuzione l'Appaltatore dovrà evitare, con ogni mezzo, qualsiasi ingombro della sede stradale e dovrà preservare, a sua cura e spese, l'efficienza sia del piano viabile bitumato che dell'impianto segnaletico esistente nel tratto stradale interessato dai lavori.

In particolare, si dovrà curare l'aderenza del getto alla pareti, al fine di evitare vuoti a tergo del getto.

La proiezione dovrà avvenire ad umido, attraverso un procedimento in cui una pompa spinge la miscela, composta da aggregati, cemento ed acqua senza accelerante, in sospensione in un getto d'aria compressa, nel condotto, mentre l'accelerante viene introdotto e mescolato nella lancia.

Il dosaggio dell'accelerante dovrà avvenire esclusivamente a mezzo di dosatori sincronizzati con la pompa e regolati con il flusso di miscela cementizia, in modo da mantenere sempre costante il dosaggio di additivo.

La distanza fra la lancia e la superficie da trattare è funzione della velocità di uscita della miscela da proiettare; in generale questa distanza dovrà essere compresa tra 0,50 e 1,50 m.

Il numero di passate per ottenere lo spessore previsto sarà il più basso possibile, in relazione alla tecnica di proiezione prevista ed al tipo di accelerante impiegato.

La distanza fra l'armatura e la parete da rivestire dovrà essere rigorosamente compresa fra 2 e 5 centimetri.

Il controllo della finitura è indispensabile per garantire il necessario copriferro, l'uniformità dello spessore ed un regolare supporto all'eventuale impermeabilizzazione.

La finitura della superficie del calcestruzzo proiettato, nel caso di superficie a vista o di supporto all'impermeabilizzazione, dovrà essere tale che il rapporto tra il diametro (anche equivalente) della singola irregolarità e la sua profondità/sporgenza non sia maggiore di 0.10. Tutti gli eventuali spigoli dovranno essere arrotondati con raggio maggiore di 0.30 m.

L'eventuale finitura della superficie dovrà essere eseguita immediatamente dopo il completamento dello strato.

Nel caso l'opera richieda l'esecuzione di giunti di costruzione, questi dovranno risultare ortogonali alla superficie del supporto e dovranno essere realizzati sino a una profondità non minore di un terzo dello spessore dello strato.

4.7.5 Barriere di contenimento massi

La struttura di fondazione dovrà rispondere alle forze che si prevede agiscano durante l'impatto e, inoltre, dovrà avere dimensioni adeguate alle caratteristiche geologiche e geotecniche del sito, che dovranno essere indagate in maniera specifica da tecnici abilitati

Il piano di posa del basamento del montante, qualora costituito da un getto di calcestruzzo, deve essere eventualmente armato, avere dimensioni in pianta min 0,5x0,5 m ed altezza minima 20 cm e, comunque, tale da portare il basamento al livello necessario per il montaggio della barriera.

Le perforazioni nel terreno di fondazione per la realizzazione delle strutture di sottofondazione dei puntoni di sostegno e degli ancoraggi di fondazione di monte ed alle estremità sono di diametro finale non inferiore a 85 mm oltre che della profondità adeguata a contenere le barre o le funi di ancoraggio della lunghezza prevista in progetto.

La cementazione verrà eseguita a gravità, con le metodologie descritte nel punto relativo alla perforazione.

Tutti gli ancoraggi vengono cementati con boiacca acqua/cemento additivata con antiritiro, pompando la miscela dal fondo del foro fino a rifiuto.

I cavi posti in opera verranno tagliati con idonea cesoia, dopo aver nastrato accuratamente il tratto interessato dal taglio.

I cavi saranno fissati ad una estremità con idonei morsetti (tipo a "cavallotto"), in numero conforme alla normativa, ovvero in funzione del diametro del cavo. (UNI EN 13411-5)

Alla rete principale potrà essere sovrapposta, ove prescritto, una rete a maglia esagonale, di dimensione max cm 8 x 10 a doppia torsione con filo con diametro non inferiore a \varnothing 2,2. mm

4.7.6 Rilevati per il contenimento dei massi

4.7.6.1 Modalità di costruzione del rilevato

Per quanto riguarda le modalità di costruzione del rilevato si rimanda alle indicazioni riportate nel Capitolato specifico "Movimenti di Terra".

4.7.6.2 Elementi per il rinforzo dei rilevati per il contenimento dei massi

Geogriglie in fibra sintetica

Il materiale deve essere conservato in luogo asciutto e ben ventilato protetto dall'esposizione ai raggi solari e, per nessun motivo, deve essere stoccato in prossimità di materiali infiammabili e fonti di calore.

Una volta installato, dovrà necessariamente essere ricoperto con il materiale da rilevato entro 2 mesi.

4.7.7 Gabbionate

Preliminarmente, l'Impresa dovrà procedere alla regolarizzazione del piano di posa e, quindi, al posizionamento degli elementi metallici collegandoli tra loro mediante idonee cuciture, eseguite con filo avente le stesse caratteristiche di quello della rete.

Le cuciture dovranno essere tali da creare la struttura monolitica ed assicurare la sua massima resistenza in funzione delle caratteristiche delle singole opere.

Dopo la chiusura degli elementi, la rete delle pareti e del coperchio dovrà risultare ben tesa e con i filoni dei bordi tra di loro a contatto, evitando attorcigliamenti.

Qualora previsto in progetto, è possibile riempire i gabbioni per faccia vista ad opera incerta, ottenuta con sistemazione a mano di pietrame tagliato ed assestato, previa idonea rinzeppatura.

Durante il riempimento, dovranno essere posti in opera i previsti tiranti, costituiti da un unico spezzone di filo avente le stesse caratteristiche di quello usato per le cuciture, fissato alla rete di pareti adiacenti od opposte dell'elemento.

Il materiale di riempimento dovrà essere messo in opera con operazioni meccanizzate e/o manuali, in modo da consentire un riempimento uniforme ed omogeneo del pietrame e raggiungere sempre una porosità del 30-40% per ottenere un idoneo peso di volume, nel rispetto delle ipotesi di progetto e comunque in modo tale da avere il minor numero di vuoti possibile senza provocare lo sfiancamento delle pareti dell'elemento.

Sarà escluso il pietrame alterabile dall'azione degli agenti atmosferici e dell'acqua con cui l'opera verrà a contatto.

4.7.8 Opere di sostegno

4.7.8.1 Muri in gabbioni

I muri potranno essere realizzati con gradonatura verso valle, oppure verso monte (staticamente più consigliabile); per altezze superiori ai 3 m, non saranno adottati paramenti verticali, ma si inclinerà l'opera a reggipoggio di almeno 6°, oppure si realizzeranno adeguate riseghe; per altezze superiori ai 5-6 m, si consiglia una gradonatura verso valle.

Allo scopo di contrastare la deformabilità, comunque elevata, dell'opera, potranno essere impiegati uno o più ordini di tiranti, il drenaggio a tergo dell'opera sarà effettuato con i consueti metodi; per motivi statici, sarà evitata la disposizione a faccia-vista del pietrame sulla facciata esterna, adottabile per motivi estetici solamente in strutture poco sollecitate.

4.7.8.2 Muri di sostegno in pannelli di c.a.v.

Nel caso dei muri di controripa, la platea gettata in opera è posta in posizione rialzata rispetto alla base dei pannelli; pertanto, in questa tipologia di muri, rispetto a quelli di sostegno, non vi sono tiranti di collegamento tra pannelli e platea.

Difetti di planarità, verificati con un regolo della lunghezza di 4 m, superiori a 5 mm comporteranno automaticamente il rifiuto del pannello che l'Impresa dovrà allontanare dal cantiere a sua cura e spese. Al piede dei pannelli dovrà essere realizzato un bordino di rifinitura in malta cementizia.

In assenza di giunti verticali fra i pannelli (tipo "a sella" maschio-femmina, ecc) si dovranno inserire dei profilati in PVC o altro di idonea sagomatura, atti a trattenere materiali di granulometria superiore a 0,5 mm ed aventi superfici dei fori e/o fessure non inferiore a 50 cm² per metro quadrato di pannello per consentire un facile drenaggio delle acque presenti nel rilevato.

Particolari cautele dovranno essere adottate nel compattamento del rilevato a ridosso dei pannelli facendo eventualmente ricorso anche a pestelli pneumatici per non danneggiare le strutture.

Relativamente agli scavi, l'Impresa dovrà rispettare rigorosamente i disegni di progetto; eventuali eccedenze dovranno essere colmate con getti di conglomerato cementizio a sua cura e spese.

4.7.8.3 In terra rinforzata

Nella formazione del rilevato costituente il terrapieno armato, dovranno essere applicate le norme e le prescrizioni riportate nel “Capitolato Speciale di Appalto, Norme Tecniche: Movimenti di terra”.

L'Impresa dovrà porre particolare cura alla selezione dei materiali costituenti il rilevato; inoltre, dovrà effettuare il costipamento in spessori ridotti per la presenza delle armature e con particolari cautele a ridosso del paramento esterno.

4.7.8.4 Strutture di sostegno a scomparti cellulari

La struttura sarà appoggiata su fondazione in cemento armato, che dovrà risultare perfettamente orizzontale; nel caso che il piede della struttura dovesse seguire una pendenza longitudinale, la fondazione dovrà essere eseguita a gradoni, ciascuno di altezza pari o multipla di quella degli elementi.

Durante la realizzazione del muro, si dovranno adottare tutti gli accorgimenti necessari per allontanare l'acqua eventualmente presente, in modo da poter eseguire le lavorazioni di posa in opera degli elementi prefabbricati e del terreno agrario all'interno delle vaschette in assenza di acqua.

4.7.8.5 Strutture di contenimento in elementi scatolari

Ad avvenuto completamento di ciascuna fila, la struttura risultante dovrà essere riempita fino al contatto con la retrostante parete con un misto di cava od altro materiale, permeabile e sciolto, di idonea pezzatura, compattato a fondo all'interno e tra gli elementi, fino all'incontro con la parete a tergo della struttura.

Per il riempimento degli ultimi 20 cm delle superfici che restano in vista, dovrà essere impiegato terreno vegetale, in modo da agevolare l'attecchimento della vegetazione.

Le caratteristiche geometriche degli elementi in conglomerato cementizio vibrato e le modalità esecutive della struttura dovranno essere comunque tali da impedire la fuoriuscita del materiale di riempimento

La struttura sarà appoggiata su fondazione in cemento armato, dimensionata come da progetto e dovrà risultare perfettamente orizzontale; nel caso che il piede della struttura

dovesse seguire una pendenza longitudinale, sarà eseguita a gradoni, ciascuno di altezza pari o multipla di quella degli elementi.

La struttura dovrà essere completata con gli elementi speciali di chiusura laterale e di chiusura di coronamento; in corrispondenza di ciascun elemento scatolare, dovranno essere impiantate almeno n.3 piantine di essenze arbustive, rampicanti e tappezzanti e, infine, dovrà essere sistemato il terreno a monte del coronamento della struttura.

4.7.9 Opere di difesa spondale

4.7.9.1 Prismi in conglomerato cementizio

I prismi dovranno presentare facce piane, avere aspetto compatto e regolarità di forma e dovranno essere costruiti in file rettilinee e parallele.

Nell'eventualità che la cassetta interessi solo le quattro facce laterali del prisma, al fine di assicurare la regolare conformazione dello stesso anche per la faccia a diretto contatto con il terreno, prima del montaggio delle casseforme sarà necessario provvedere a regolarizzare la superficie di appoggio, spianandola e compattandola in modo adeguato.

Il calcestruzzo verrà versato nelle casseforme a strati regolari ed ogni strato sarà accuratamente vibrato, in modo da evitare la formazione di vuoti e rendere l'ammasso il più possibile omogeneo e compatto. Dovranno essere inglobate nel getto idonee armature in acciaio costituenti i ganci per la movimentazione dei prismi.

Si potrà procedere alla scasseratura delle pareti laterali non prima che siano trascorse 24 ore dal getto.

La rimozione ed il trasporto dei prismi non potrà aver luogo prima che siano trascorsi 30 giorni dalla data del loro confezionamento ed, in ogni caso, solo previa autorizzazione della Direzione Lavori.

Nel trasporto e nel collocamento in opera si dovrà usare la massima cautela, per evitare che i prismi possano essere danneggiati.

Prima di iniziare le operazioni di posa, l'Impresa dovrà procedere al picchettamento della difesa, riportando fedelmente sul terreno il tracciato indicato in progetto. terminate le operazioni di tracciamento, potrà provvedere alla realizzazione della difesa, procedendo nelle operazioni di posa dei prismi da monte verso valle. La posa in opera dovrà avvenire nel rispetto delle sagome di progetto, mediante la collocazione di ogni singolo elemento sul piano di appoggio preventivamente regolarizzato.

Ciascun elemento dovrà essere disposto in modo da garantirne una giacitura stabile indipendentemente dalla posa in opera degli elementi adiacenti; i giunti dovranno risultare

sfalsati sia in senso longitudinale che in quello trasversale, nonché permettere uno stretto contatto tra gli elementi adiacenti

4.7.9.2 Massi di roccia

Nell'esecuzione dei lavori, i massi di maggiore dimensione dovranno essere posti verso l'esterno e quelli di minore dimensione verso l'interno, cosicché risulti graduale il passaggio dei massi di peso maggiore a quelli di peso minore.

Il completamento e la sistemazione delle scogliere dovrà essere effettuato a tutta sagoma, procedendo per tratti successivi, che dovranno essere mano a mano completati secondo la sagoma prescritta, in modo da realizzare una perfetta continuità fra i vari tratti.

Non saranno accettati i massi che, all'atto della posa in opera, dovessero presentare lesioni o rotture, cosa come quelli che, nelle operazioni di posa, dovessero cadere fuori sagoma.

4.7.9.3 Materassi in pietrame

Prima della posa in opera, il singolo materasso verrà allestito effettuando le sole legature di unione fra i diaframmi ed i lembi laterali del telo base che costituiscono le pareti dell'elemento.

La linea di piegatura delle pareti laterali sarà ben definita, nella posizione voluta, da un filo metallico di diametro maggiore.

E' preferibile che i singoli elementi di materasso siano allestiti fuori opera, anche quando la scarpata sulla quale si debba eseguire il rivestimento non sia molto inclinata; ciò per maggiore comodità e per non danneggiare il terreno già livellato.

Dopo aver predisposto sul piano di posa un certo numero di elementi, già assemblati nella loro forma cellulare, si dovrà procedere a collegarli fra di loro con solide cuciture lungo tutti gli spigoli che si vengono a trovare a contatto.

Le legature saranno eseguite passando il filo in modo continuo in tutte le maglie, con un doppio giro ogni due maglie ed il collegamento in opera dei materassi sarà eseguito ad elementi vuoti, per rendere più facile tale operazione.

Qualora i materassi fossero senza diaframmi, all'interno saranno apposti dei tiranti tra parti opposte.

Si procederà quindi alle operazioni di riempimento.

Ultimate tali operazioni, si procederà alla chiusura degli elementi utilizzando il singolo coperchio, oppure rete in rotoli ed effettuando le dovute legature di unione, sia lungo i bordi laterali che lungo quelli dei diaframmi interni.

Verranno eseguite prima le legature che fissano il coperchio ai bordi laterali dell'elemento, poi quelle che lo collegano ai diaframmi trasversali.

Normalmente, le scarpate di appoggio si faranno inclinate di 1:1,5 o di 1:2 secondo la natura del terreno, prevedendo la pendenza massima in casi di terre vegetali di media consistenza e la minima con quelle argillose.

Qualora si stia procedendo ad un rivestimento d'alveo, il materasso verrà disposto sulle sponde trasversalmente al corso d'acqua, vale a dire secondo la massima inclinazione delle sponde e perpendicolarmente al filo della corrente.

Questa disposizione non è tassativa; a volte, potrà convenire disporre gli elementi in senso longitudinale alla corrente, come ad esempio nei rivestimenti del fondo e, nel caso di corsi d'acqua con notevole velocità, anche nei rivestimenti di sponda; a determinare la scelta fra i due suddetti sistemi interverranno anche la maggior facilità di posa in opera o ragioni costruttive di varia natura.

La posa in opera direttamente in acqua sarà eseguita come per i gabbioni.

4.7.9.4 Soglie di fondo

Per la loro realizzazione, saranno preferibilmente scavate sezioni trapezie e la soglia sarà costituita da pietrame di grossa pezzatura, ovvero si potranno realizzare come platee in calcestruzzo o in gabbioni e/o materassi di pietrame, soprattutto per la difesa di opere particolari (come ad esempio pile di ponti o altro), nel qual caso la soglia si prolungherà a monte e a valle dell'opera.

4.7.10 Manufatti per lo smaltimento delle acque dal corpo stradale

Per agevolare lo smaltimento delle acque piovane ed impedire infiltrazioni dannose all'interno del corpo stradale, ove necessario, deve essere prevista la sistemazione e la costruzione di collettori di scolo, canalette, cunette e cunicoli.

4.7.10.1 Tubazioni in calcestruzzo cementizio vibrato

La posa sarà preceduta dall'applicazione sull'imbocco femmina del tubo di apposito lubrificante compatibile con la gomma stessa

Le suddette tubazioni dovranno essere poste in opera su platea in conglomerato cementizio, eventualmente rinfiacate; il conglomerato per la platea ed i rinfianchi sarà del tipo di fondazione avente $R_{ck} \geq 25$ MPa.

Tra la tubazione e la platea dovrà essere interposto uno strato di malta dosata a 400 Kg/m^3 di cemento.

4.7.10.2 Tubazioni in gres ceramico

Le operazioni di movimentazione, carico e scarico, di posa ed installazione, di ricopertura devono avvenire nel rispetto della normativa per la prevenzione degli infortuni e secondo le prescrizioni del P.O.S di cantiere.

Indicazioni sulla posa, sulla geometria delle trincee di installazione, sui materiali per il letto e per il rinfiacco possono essere riscontrate nella norma UNI EN 1610 sulla "Costruzione e collaudo dei collettori di fognatura".

4.7.10.3 Tubazioni in PVC rigido

I giunti di tipo rigido verranno impiegati secondo le indicazioni di progetto.

I tubi ed i raccordi dovranno essere sistemati sul letto di posa in modo da avere un contatto continuo con il letto stesso. Tale tubazione verrà interrata in un cavo delle dimensioni indicate nel progetto, sul cui fondo sarà predisposto del materiale fino di allettamento; qualora previsto in progetto, verrà rinfrancato con conglomerato del tipo di fondazione con $R_{ck} \geq 25 \text{ MPa}$.

4.7.10.4 Manufatti in lamiera d'acciaio ondulata

Tassativamente si prescrive che il trasporto, lo scarico e la movimentazione delle lamiere, dei tubi per drenaggio e dei relativi elementi di collegamento e raccordo in cantiere dovranno essere fatti con idonee cautele per non danneggiare il rivestimento, tanto di zinco quanto superficiale (bituminoso o epossidico).

La condotta metallica dovrà essere posata su un letto uniforme, omogeneo, stabile e resistente, evitando fondi rigidi con asperità; in ogni caso si sconsiglia la posa della struttura direttamente sopra un fondo roccioso o una piattaforma di conglomerato cementizio.

Il letto di posa sarà sagomato come il profilo del fondo della condotta, per permettere un mutuo accoppiamento perfetto.

Nel caso di terreno a debole portanza, si dovrà eseguire una bonifica del piano di posa asportando il materiale per la profondità necessaria; si dovrà poi riempire lo scavo con materiale da rilevato compattandolo convenientemente.

In presenza, invece, di un fondo roccioso si dovrà interporre tra la struttura ed il fondo un materiale granulare compatto di 30 cm di spessore: è assolutamente da evitare il ricorso a materiali di pezzatura superiore a 10 cm.

In ogni caso, si interporrà tra condotta e fondo uno strato di sabbia monogranulare (diametro max. 5 mm) asciutta e pulita dello spessore di 20 cm. Tale strato non sarà compattato, per permettere una perfetta aderenza tra condotta e fondo e dovrà essere esteso in larghezza fino all’attacco delle piastre d’angolo con il fondo

Le teste dei bulloni e i dadi dovranno assicurare una perfetta aderenza. La coppia dinamometrica di serraggio dovrà risultare, al termine del serraggio stesso ed in funzione delle dimensioni e dell’impiego, come da relazione di progetto.

Nella seguente tabella 4 si riportano le indicazioni relative ai tipi commercialmente in uso:

Tabella 4: **Coppie di serraggio minime e massime**

| Tipo di ondulazione | Diametro bullone (minimo) Classe 8.8 | Coppia serraggio minimo (Nm) | Coppia serraggio massima (Nm) |
|--------------------------------|---|---|--|
| T70 | M12 | 45 | 160 |
| T100 | M12 | 45 | 220 |
| T150 | M20 | 180 | 440 |
| T200 | M20 | 220 | 440 |

Valori superiori dei diametri dei bulloni e della coppia di serraggio sono ammissibili sulla base delle indicazioni progettuali e, previa verifica sperimentale, che il serraggio applicato non determini la rottura dei bulloni.

I tubi per drenaggio saranno posti in opera in modo da presentare i fori nella parte inferiore, al fine di impedire all’acqua di trascinare detriti e materiali sabbiosi all’interno.

Il materiale di rinfianco della condotta dovrà essere compattato ed eventualmente inumidito per facilitare la sua penetrazione sotto i quarti inferiori delle strutture circolari o sotto le piastre angolari di base nelle sezioni ribassate o policentriche.

Il rinterro dei quarti inferiori delle condotte dovrà essere fatto con pestelli meccanici, o con pestelli a mano nei punti ove i primi non siano impiegabili.

Il rinterro ed il costipamento del materiale riportato sui fianchi dovrà essere fatto a strati di 20-30 cm massimo, utilizzando anche i normali mezzi costipanti dei rilevati, utilizzando materiale da rilevato stradale in conformità alle norme UNI EN 13242:2013 e UNI EN 13285:2010 e le specifiche indicazioni di progetto.

Il rinterro avverrà a strati orizzontali disposti, in modo che il livello di interrimento risulti simmetrico sui due lati del manufatto.

La compattazione di ogni strato dovrà soddisfare le indicazioni già riportate alla sezione “Movimenti terra” del presente Capitolato.

Nelle parti immediatamente adiacenti alle strutture, per uno spessore di 20 cm tutt’attorno, si interporrà uno strato di sabbia monogranulare (diametro max. 5 mm) asciutta e pulita il cui costipamento verrà fatto con pestelli pneumatici o a mano.

In generale, occorrerà evitare che i mezzi costipatori lavorino a “contatto” della struttura metallica, si consiglia di utilizzare con prudenza mezzi meccanici pesanti.

Il rilevato realizzato e costipato intorno alla struttura sarà normalmente costituito dal materiale adottato per la realizzazione dello stesso corpo stradale.

Si dovrà inoltre evitare il passaggio dei mezzi di cantiere sulla condotta senza un adeguato ricoprimento della struttura che assicuri un’idonea ripartizione del carico, al fine di non generare, nel manufatto, sollecitazioni superiori a quelle previste dal calcolo.

Le parti terminali dei manufatti dovranno essere munite di testate metalliche prefabbricate, oppure in muratura in conformità dei tipi adottati.

4.7.10.5 Canalette

Canalette ad embrici

Le canalette dovranno estendersi lungo tutta la scarpata, dalla banchina al fosso di guardia.

Prima della posa in opera, l'Impresa avrà cura di effettuare lo scavo di impostazione degli elementi di canaletta, dando allo scavo stesso la forma dell'elemento, in modo che il piano di impostazione di ciascun elemento risulti debitamente costipato, per evitare il cedimento dei singoli elementi

Ancoraggi analoghi dovranno essere infissi ogni n.3 elementi di canaletta, per impedire il loro slittamento a valle.

In sommità, la canaletta dovrà essere raccordata alla pavimentazione mediante apposito invito in conglomerato cementizio, gettato in opera o prefabbricato.

La sagomatura dell'invito dovrà essere tale che l'acqua non incontri ostacoli al regolare deflusso.

4.7.10.6 Cunette

- Rivestimenti con elementi prefabbricati in conglomerato cementizio vibrato

I suddetti elementi prefabbricati saranno posti in opera su letto di materiale arido perfettamente livellato e costipato, avendo cura che in nessun punto restino vuoti, che potrebbero compromettere la resistenza della struttura

- Rivestimenti in muratura di pietrame

Il rivestimento dello spessore indicato in progetto sarà eseguito previa regolarizzazione e costipamento del piano di posa e predisposizione sullo scavo della malta di allettamento.

4.7.11 Cordonature

Gli elementi non dovranno presentare imperfezioni, cavillature, rotture o sbrecciature; inoltre, dovranno avere superfici in vista regolari e ben rifinite.

Le cordonature verranno poste in opera su platea in conglomerato cementizio del tipo di fondazione avente $R_{ck} \geq 25$ MPa, interponendo uno strato di malta dosata a 400 Kg/m^3 di cemento, che verrà utilizzata anche per la stuccatura degli elementi di cordonatura.

4.8 Misurazione E Contabilizzazione

L'Appaltatore ha l'onere contrattuale di predisporre in dettaglio, sia per i lavori compensati a corpo che per quelli compensati a misura, tutti i **disegni contabili** delle opere realizzate e delle lavorazioni eseguite, con l'indicazione (quote, prospetti e quant'altro necessario) delle quantità, parziali e totali, nonché con l'indicazione delle relative operazioni aritmetiche e degli sviluppi algebrici necessari alla individuazione delle quantità medesime, di ogni singola categoria di lavoro attinente l'opera, ovvero la lavorazione interessata.

Tali disegni contabili, da predisporre su supporto informatico e da tradurre, almeno in duplice copia, su idoneo supporto cartaceo, saranno obbligatoriamente consegnati tempestivamente alla **Direzione Lavori**, per il necessario e preventivo controllo e verifica da effettuare sulla base delle misurazioni, svolte durante l'esecuzione dei lavori, in contraddittorio con l'Appaltatore.

La suddetta documentazione contabile è indispensabile per la predisposizione degli **Stati di Avanzamento Lavori** (SAL) e per l'emissione delle relative rate di acconto, secondo quanto stabilito in merito per i pagamenti.

Tutto ciò premesso e stabilito, si precisa che:

- i lavori compensati “a misura” saranno liquidati secondo le misure geometriche (ovvero a numero), così come rilevate dalla **Direzione Lavori**, in contraddittorio con l’Appaltatore, durante l’esecuzione dei lavori;
- i lavori da compensare “a corpo”, invece, saranno controllati in corso d’opera attraverso le misure geometriche (ovvero a numero), rilevate dalla **Direzione Lavori** in contraddittorio con l’Appaltatore, che verranno confrontate con le quantità rilevabili dagli elaborati grafici facenti parte integrante ed allegati al Contratto di Appalto.

Per quanto riguarda la predisposizione degli **Stati di Avanzamento Lavori** e l’emissione delle relative rate d’acconto, il corrispettivo da accreditare nei SAL è la parte percentuale del totale del prezzo a corpo risultante da tale preventivo controllo, effettuato a misura, oltre le prescritte trattenute di Legge e le eventuali risultanze negative (detrazioni) scaturite a seguito del **Collaudo** in corso d’opera.

All’avvenuto completamento di tutte le opere a corpo, risultante da apposito Verbale di constatazione, redatto in contraddittorio con l’Appaltatore, la **Direzione Lavori** provvederà al pagamento del residuo con le suddette modalità, deducendo le prescritte trattenute di Legge e le eventuali risultanze negative scaturite dalle operazioni e dalle verifiche effettuate dalla **Commissione di Collaudo** in corso d’opera.

4.8.1 Criteri di misura

4.8.1.1 Gabbioni

I gabbioni verranno computati per l’effettivo volume secondo il relativo articolo di Elenco Prezzi che comprende anche la regolarizzazione del piano di posa, la fornitura del filo per legature e tiranti ed il riempimento.

4.8.1.2 Materassi metallici

I materassi metallici verranno computati in funzione del loro spessore, misurando la superficie effettiva secondo i relativi articoli di Elenco Prezzi che comprendono anche la regolarizzazione del piano di posa, la fornitura del filo per legature e tiranti, nonché il materiale di riempimento.

4.8.1.3 Scogliere per le difese spondali

Le scogliere per le difese spondali verranno computate per il loro volume effettivo, misurato vuoto per pieno, senza tener conto di eventuali eccedenze rispetto alle sezioni teoriche di progetto.

4.8.1.4 Canalette ad embrice

Le canalette ad embrice verranno computate misurando l'effettivo sviluppo lungo il loro asse, senza tener conto della sovrapposizione tra gli elementi secondo il relativo articolo di Elenco Prezzi che comprende anche lo scavo, il costipamento del terreno d'appoggio ed il bloccaggio con tondini infissi in terra.

4.8.1.5 Mantellate di rivestimento

Le mantellate di rivestimento, tanto quelle in lastre quanto quelle a grigliato articolato, saranno computate in base alla loro superficie effettiva.

4.8.1.6 Rivestimento di cunette e fossi di guardia

Il rivestimento delle cunette e dei fossi di guardia verrà computati secondo i relativi articoli di Elenco Prezzi.

4.8.1.7 Manufatti tubolari per tombini e sottopassi

I manufatti tubolari per tombini e sottopassi in lamiera d'acciaio ondulata e zincata saranno computati in base al loro peso determinato prima della posa in opera mediante pesatura, secondo come disposto nel presente Capitolato. Per altre tipologie di manufatti gli stessi verranno computati secondo i relativi articoli di Elenco Prezzi.

4.8.1.8 Muri di sostegno costituiti da pannelli prefabbricati in conglomerato cementizio armato e vibrato, anche precompresso

I muri di sostegno costituiti da pannelli prefabbricati verranno computati in base alla loro superficie, così come ottenuta dalla misurazione dell'effettiva lunghezza del muro per ciascuna altezza.

L'altezza sarà misurata sulla faccia in vista di ogni pannello, dall'estradosso della fondazione alla sommità del pannello stesso.

I pannelli con profilo superiore inclinato saranno misurati fino all'orizzontale passante per lo spigolo più alto.

I relativi articoli di Elenco Prezzi, oltre a comprendere tutti gli oneri in essi richiamati, contengono anche quelli previsti nel presente Capitolato.

Ad esclusione di:

- gli scavi per l'impianto del muro;

- le opere di fondazione;
- l'eventuale drenaggio a tergo del muro;
- l'eventuale coronamento in sommità;
- la formazione del rilevato a tergo del muro

4.8.1.9 Muri di sostegno a scomparti cellulari in elementi prefabbricati di conglomerato cementizio armato e vibrato

I muri di sostegno a scomparti cellulari verranno computati misurando il volume effettivo tra le facce esterne degli elementi longitudinali e trasversali, dal piano di appoggio all'estradosso dell'ultimo elemento longitudinale superiore.

Nel calcolo del rapporto volumetrico tra gli elementi in conglomerato cementizio e la struttura complessiva, per i primi si dovrà adottare il volume effettivo (che, comunque, non dovrà essere superiore a quello teorico di progetto), mentre per la seconda si dovrà considerare il volume della struttura stessa.

I relativi articoli di Elenco Prezzi, oltre a comprendere tutti gli oneri in essi richiamati, contengono anche quelli previsti nel presente Capitolato, con particolare riferimento alla fornitura ed alla posa in opera degli elementi prefabbricati in c.a.v.; al materiale di riempimento degli scomparti cellulari; al terreno agrario ed alle essenze arbustive.

Ad esclusione degli scavi per la formazione del piano di posa e l'eventuale base di appoggio in cls nonché la fpo del terreno per vaschette e piantine di essenze arbustive.

4.8.1.10 Muri di sostegno costituiti da elementi scatolari prefabbricati in conglomerato cementizio armato e vibrato

I muri di sostegno costituiti da elementi scatolari prefabbricati saranno computati misurando la proiezione verticale della superficie in vista, sulla base della lunghezza effettiva della struttura e dell'altezza (dall'intradosso dell'elemento inferiore all'estradosso di quello superiore), distintamente per strutture costituite da elementi tipo di uguali dimensioni.

I relativi articoli di Elenco Prezzi, oltre a comprendere tutti gli oneri in essi richiamati, prevedono anche quelli indicati nel presente Capitolato, con particolare riferimento alla fornitura ed alla posa in opera degli elementi prefabbricati in c.a.v. (compresi i relativi elementi speciali); al materiale di riempimento; alle essenze arbustive ed alla sistemazione a monte del coronamento.

Sono invece esclusi:

- gli scavi;
- la fondazione in conglomerato cementizio

Le suddette voci saranno contabilizzati con i relativi articoli di Elenco Prezzi.

4.9 Non Conformità E Sanzioni

In caso di esito negativo delle prove di accettazione dei materiali, di cui al paragrafo precedente, la partita sarà ritenuta **non conforme** e la D.L. procederà come in tabella 5:

Tabella 5: **Azioni sulla non conformità.**

| Non Conformità | Azioni |
|---|--|
| <p>Per irregolarità relative alla qualità dei materiali e alle caratteristiche geometriche degli elementi (spessori, dimensioni, ecc.) e quanto altro possa concorrere, anche in modo parziale, a compromettere la resistenza strutturale.</p> | <p>L'Appaltatore sarà tenuto a sostituire a sue spese i materiali non conformi con altri che rispondano alle caratteristiche richieste, nei tempi contrattuali stabiliti.</p> |
| <p>Per irregolarità relative allo spessore delle protezioni anticorrosive che, comunque, non concorrano a compromettere le prestazioni dei dispositivi di sicurezza, minore al 20% di spessore in meno.</p> | <p>Il materiale sarà accettato dalla D.L. ma verrà applicata una sanzione economica così ripartita:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ dal 0,1% al 5,0% in meno di protezione anticorrosiva, una sanzione pari al 2.5% dell'intera FpO; ✓ dal 5,1% al 10,0% in meno di protezione anticorrosiva, una sanzione pari al 5% dell'intera FpO; ✓ dal 10,1% al 15,0% in meno di protezione anticorrosiva, una sanzione pari al 7.5% dell'intera FpO; ✓ dal 15,1% al 19,9% in meno di protezione anticorrosiva, una sanzione pari al 10% dell'intera FpO. |
| <p>Per irregolarità relative allo spessore delle protezioni anticorrosive che, comunque, non concorrano a compromettere le prestazioni dei dispositivi di sicurezza, uguale o superiore al 20% di spessore in meno.</p> | <p>L'Appaltatore sarà tenuto a sostituire a sue spese i materiali non conformi con altri che rispondano alle caratteristiche richieste, nei tempi contrattuali stabiliti.</p> |

NOTA In ogni caso, i materiali rifiutati dovranno essere immediatamente allontanati dal sito di stoccaggio e riciclati o smaltiti a cura e spese dell'Appaltatore.

4.10 Collaudo

Il **Collaudatore**, alla fine dei lavori di realizzazione delle opere, dovrà procedere al **collaudo delle opere** allo scopo di accertarne la rispondenza alle indicazioni progettuali.

Le prove richieste dal Collaudatore saranno a carico dell'Appaltatore

Vengono di seguito descritte le modalità di collaudo delle caratteristiche geometriche, dimensionali e strutturali dei dispositivi di sicurezza:

- Documentazione amministrativa;
- Elaborati costruttivi finali dell'opera;
- Prove sui materiali;
- Certificati di conformità CE (ove prescritto);
- Rapporti di prova (ove prescritto);
- Manuale di installazione;
- Manuale di manutenzione;
- Certificato di Corretta posa in opera (ove prescritto).

Nel dettaglio, il collaudatore potrà effettuare:

- Verifica delle caratteristiche geometriche e dimensionali;
- Verifica delle caratteristiche dei materiali;
- Verifica del corretto serraggio di tirafondi, bulloni e manicotti.

Qualora caratteristiche dell'opera realizzata non rispondano alle specifiche di progetto, l'opera dovrà essere adeguata e resa conforme alle specifiche progettuali, secondo le prescrizioni del Collaudatore.

Il Collaudatore, dopo aver concluso le suddette attività e verificato il rispetto di quanto eventualmente richiesto, **provvederà quindi al rilascio del relativo Certificato di collaudo.**

4.11 Appendice

1. I fili elementari dell’anima metallica della fune avranno resistenza nominale ≥ 1770 N/mm² (in conformità alle norme UNI EN 12385-4 o UNI ISO 2408; per le caratteristiche del filo si fa riferimento alla UNI EN 10264-2 o UNI ISO 2232, e protezione contro la corrosione in CLASSE A, se il rivestimento è in zinco e in CLASSE B se il rivestimento è in lega Zn-Al (5%).
2. Le barre d’acciaio (costituenti gli ancoraggi), realizzate secondo norma EN10080, sono munite di idoneo golfare, con funzione di “passacavo” e saranno collocate all’interno di fori con diametro $\varnothing \geq 32$ mm e cementati con malta cementizia antiritiro, la cui disposizione e frequenza è indicata negli elaborati di progetto in funzione delle caratteristiche della roccia.
3. Le funi di acciaio (costituenti gli ancoraggi), con caratteristiche di cui al p.to 1, è munita ad un’estremità di una redancia bloccata con manicotto, secondo UNI EN 13411-3 e capo libero all’altra estremità, saranno collocate all’interno di fori di diametro $\varnothing \geq 32$ mm e cementate con malta cementizia antiritiro, la cui disposizione e frequenza è indicata negli elaborati di progetto in funzione delle caratteristiche della roccia
4. Le funi di acciaio (costituenti gli ancoraggi), con caratteristiche di cui al p.to 1, è munita ad un’estremità di una asola corredata di redancia zincata a caldo (UNI EN ISO 1461) bloccata con manicotto, secondo UNI EN 13411-3 e capo libero all’altra estremità, saranno collocate all’interno di fori di diametro $\varnothing \geq 85$ mm e cementate con malta cementizia antiritiro, la cui disposizione e frequenza è indicata negli elaborati di progetto in funzione delle caratteristiche della roccia. L’asola sarà fissata con manicotto in alluminio (in stabilimento) e sarà rivestita con un tubo di protezione in acciaio inox o in materiale polimerico o composito. Gli ancoraggi saranno corredata da centratori in acciaio zincato con interasse non superiore a 1,00 m.
5. Tabella di equivalenza tra i valori di rigidità anulari tubazioni PE

Tabella 6: Tabella di equivalenza tra i valori di rigidità anulari tubazioni PE

| UNI 11424 | EN 13476 | DIN 16961 |
|------------|---------------------------------------|--|
| CLASSE (S) | SN. | SERIE (S _{R24}) |
| | SN 2 (= 2 kN/m ²) | SERIE 3 S _{R24} 8 (= 8 kN /m ² /4) |
| | SN 4 (= 4 kN /m ²) | SERIE 4 S _{R24} 16 (= 16 kN /m ² /4) |

| | | |
|--|--|---|
| CLASSE A S8 (= 8 kN /m ²) | SN 8 (= 8 kN /m ²) | SERIE 5 S _{R24} 31,5 (= 31,5 kN /m ² /4) |
| CLASSE B S12 (= 12 kN /m ²) | | |
| CLASSE c S16 (= 16 kN /m ²) | SN 16 (= 16 kN /m ²) | SERIE 6 S _{R24} 63 (= 63 kN /m ² /4) |

4.11.1 Normative E Riferimenti

- Decreto Ministeriale 14 gennaio 2008, recante la “Approvazione delle nuove Norme Tecniche per le Costruzioni”
- Circolare applicativa n.617 del 2 febbraio 2009, relativa alle “Istruzioni per l’applicazione delle nuove “Norme Tecniche per le Costruzioni» di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008”
- D.M. 11.03.1988 “Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione. Istruzioni per l'applicazione”;
- Circolare 24.09.1988 “Istruzioni riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione. Istruzioni per l'applicazione”;
- Norma CNR 10006:2002 “Costruzione e manutenzione delle strade – Tecnica di impiego delle terre”
- Norma UNI EN 14475 “Esecuzione di lavori geotecnici speciali – Terra rinforzata”
- Norma UNI 11437 “Opere di difesa dalla caduta massi – Prove su reti per rivestimento di versanti”
- Norma UNI EN 10223-3 “Fili e prodotti trafilati di acciaio per recinzioni - Reti di acciaio a maglie esagonali per impieghi industriali”
- Norma UNI EN 10218-1 “Filo di acciaio e relativi prodotti – Generalità - Parte 1: Metodi di prova” e Parte 2 “Dimensioni e tolleranze dei fili”
- Norma UNI EN 10218-2 “Filo di acciaio e relativi prodotti – Generalità - Parte 2: Dimensioni e tolleranze dei fili”
- Norma UNI EN 10244-2 “Fili e prodotti trafilati di acciaio - Rivestimenti metallici non ferrosi sui fili di acciaio - Rivestimenti di zinco o leghe di zinco”

- Norma UNI EN 10245-2 “Fili e prodotti trafilati di acciaio - Rivestimenti organici sui fili di acciaio – Fili rivestiti in PVC”
- Norma UNI EN 10245-5 “Fili e prodotti trafilati di acciaio - Rivestimenti organici sui fili di acciaio – Fili rivestiti in poliammide”
- “Linee Guida per la certificazione di idoneità tecnica all’impiego e l’utilizzo di prodotti in rete metallica a doppia torsione”, approvate dalla Prima Sezione della Presidenza del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, con parere n.69 reso nell’adunanza del 2 luglio 2013
- Regolamento UE n.305/2011, “che fissa le Condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione ed abroga la direttiva 89/106/CEE del Consiglio”
- UNI EN 1295-1 “Progetto strutturale di tubazioni interrato sottoposte a differenti condizioni di carico”
- prEN 1295-3 “Structural design of buried pipelines under various conditions of loading – Part 3: Common method”
- EN 13476-1 “Plastics piping systems for non-pressure underground drainage and sewerage - Structured-wall piping systems of unplasticized poly(vinyl chloride) (PVC-U), polypropylene (PP) and polyethylene (PE) - Part 1: General requirements and performance characteristics”
- EN 13476-3 (tipoB) “Plastics piping systems for non-pressure underground drainage and sewerage - Structured-wall piping systems of unplasticized poly(vinyl chloride) (PVC-U), polypropylene (PP) and polyethylene (PE) - Part 3: Specifications for pipes and fittings with smooth internal and profiled external surface and the system, Type B”
- UNI ENV 1046 “Sistemi di tubazioni e condotte di material plastica. Sistemi di adduzione d’acqua e scarichi fognari all’esterno dei fabbricati. Raccomandazioni per installazione interrata e fuori terra”
- UNI EN 1610 “Costruzione e collaudo di connessioni di scarico e collettori di fognatura”
- UNI EN 681-1 “Elementi di tenuta in elastomero. Requisiti dei materiali per giunti di tenuta nelle tubazioni utilizzate per adduzione e scarico dell’acqua. Gomma vulcanizzata”
- DPR 6 giugno 2001, n. 380 - Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia (G.U. n. 245 del 20 ottobre 2001).
- UNI EN 10051:2011 - Nastri laminati a caldo in continuo e lamiere/fogli tagliati da nastri larghi di acciai non legati e legati - Tolleranze sulle dimensioni e sulla forma (in vigore dal 26 gennaio 2011).
- 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 (in vigore dal 1 aprile 2005). Sostituisce il riferimento alle norme AASTHO (American Association Of State Transport Highway Officials) M36-70 ed M167-70, oggi sostanzialmente accettate o fatte proprie. Queste prescrivevano, fra l’altro, l’impiego di acciai di qualità con carico di rottura non inferiore a 340 MPa, un contenuto in rame non inferiore allo 0,20%, e non superiore allo 0,40% ed una zincatura non inferiore a 305 gr/m².

- UNI EN ISO 1461:2009 - Rivestimenti di zincatura per immersione a caldo su prodotti finiti ferrosi e articoli di acciaio - Specificazioni e metodi di prova (in vigore dal 9 luglio 2009).
- UNI EN ISO 14713-1:2010 - Rivestimenti di zinco - Linee guida e raccomandazioni per la protezione contro la corrosione di strutture di acciaio e di materiali ferrosi - Parte 1: Principi generali di progettazione e di resistenza alla corrosione (in vigore dal 27 gennaio 2010).
- UNI EN ISO 898-1:2013 - 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 (in vigore dal 20 giugno 2013).
- UNI EN ISO 898-2:2012 - 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 (in vigore dal 17 maggio 2012)
- UNI EN ISO 12683:2005 - Rivestimenti di zinco depositati meccanicamente - Specifiche e metodi di prova (in vigore dall'1 aprile 2005)
- UNI EN 10346:2009 - Prodotti piani di acciaio rivestiti per immersione a caldo in continuo - Condizioni tecniche di fornitura (in vigore dall'11 giugno 2009) la quale sostituisce la norma EN 10327 (ed.: luglio 2004) che specifica i requisiti per i nastri e le lamiere rivestiti per immersione a caldo in continuo di acciai a basso tenore di carbonio rivestiti con zinco, lega zinco-ferro, lega zinco-alluminio, lega alluminio-zinco e lega alluminio-silicio con spessori da 0,35 mm fino a 3,0 mm.
- UNI 11406:2011 - Rivestimenti metallici protettivi dei materiali ferrosi - Prova di uniformità dello strato di zincatura su materiali zincati a caldo - Metodo secondo Preece (in vigore dal 17 febbraio 2011). La norma definisce il metodo di prova di tipo qualitativo da seguire per stabilire l'uniformità dello strato di zincatura presente su materiali ferrosi zincati per immersione a caldo. La norma si basa sui contenuti della UNI 5743:1966, ritirata.
- UNI EN 13242:2013 - Aggregati per materiali non legati e legati con leganti idraulici per impiego in opere di ingegneria civile e nella costruzione di strade (in vigore dal 20 giugno 2013) La presente norma è la versione ufficiale in lingua inglese della norma europea EN 13242 (ed.: mag-2013). La norma specifica le proprietà di aggregati ottenuti mediante processo naturale o industriale oppure riciclati per materiali non legati e legati con leganti idraulici, per impiego in opere di ingegneria civile e nella costruzione di strade.
- UNI EN 13285:2010 - Miscele non legate - Specifiche (in vigore dal 14 ottobre 2010, è la versione ufficiale della norma europea EN 13285 ed.: set-2010; sostituisce la UNI 10006:2002). La norma specifica i requisiti per miscele non legate impiegate per la costruzione e la manutenzione di strade, aeroporti e altre aree soggette a traffico, con gli opportuni riferimenti alla UNI EN 13242. La norma si applica a miscele non legate di aggregati naturali, artificiali e riciclati con una dimensione superiore del setaccio (D) compresa tra 8 mm e 90 mm, e una dimensione inferiore del setaccio (d) pari a 0.

5 BARRIERE ACUSTICHE

La realizzazione di un sistema di protezione acustica è un’opera complessa, che non può considerarsi efficacemente realizzata, quand’anche siano stati rispettati tutti i requisiti di tipo geometrico, strutturale o di tipologia dei materiali.

Il sistema di protezione acustica infatti è un manufatto che ha una funzione.

Esso deve proteggere dei ricettori dal rumore stradale. Solo la verifica della corretta esecuzione della funzione assegnata permette di attribuire al manufatto la qualifica di una avvenuta corretta esecuzione.

È fondamentale quindi l’accettazione da parte dell’appaltatore dell’impianto complessivo progettuale e la comprensione e condivisione dell’obiettivo dell’opera. L’appaltatore deve prendere in carico il progetto (preliminare/definitivo o esecutivo) allegato al Bando, deve farlo suo con un impegno non limitato nella realizzazione fisica dell’opera, ma esteso al raggiungimento della sua funzionalità attesa (l’obiettivo di risanamento fissato).

L’adozione di un modello previsionale adeguato e l’esecuzione di un efficace calcolo preventivo e consuntivo dei livelli acustici attesi, è pertanto un onere dell’appaltatore, richiesto a garanzia dell’efficacia globale dell’esecuzione su strada. Ogni eventuale revisione nell’impostazione progettuale deve essere mantenuta entro i limiti del quadro economico di appalto, concordata ed approvata dalla Direzione Lavori.

Si descrivono nel seguito le varie tipologie di barriera distinte per materiale costitutivo dei pannelli. Per ciascuna tipologia, il relativo paragrafo si apre con l’elenco degli Articoli di Elenco Prezzi correlati.

5.1 Barriera Antirumore Composta Da Pannelli Metallici

5.1.1 Caratteristiche acustiche

Categoria Assorbimento acustico: A4 (> 11 dB)

Categoria Isolamento acustico: B3 (> 24 dB)

NOTA Massime classi prestazionali, previste dalle norme UNI EN 1793.

5.1.2 Caratteristiche tecniche

I pannelli metallici sono costituiti da una struttura scatolare (gusci) in acciaio (zincato o inox) o alluminio verniciati, ovvero in acciaio corten, all’interno della quale è inserito materiale

fonoassorbente, installati su montanti, dotati di piastra di base collegati alla fondazione mediante idonei accessori di fissaggio.

Tabella 1: Caratteristiche dei gusci dei pannelli metallici.

| Caratteristica | Metodo di prova | Valore di riferimento |
|--|---|---|
| Acciaio Acciaio corten | UNI 10025-1÷6 EN 10210-1 EN 10027-1 | non inferiori a quelle dell'acciaio tipo S235JR |
| Acciaio inox | UNI EN 10088-1 | AISI 304 |
| Acciaio - spessore minimo | ----- | 0,8 mm |
| Acciaio corten - spessore minimo | ----- | 10/10 mm |
| Lega di acciaio prezinata - tipologia minima | UNI EN 10346 | DX51D |
| Lega di acciaio zincata - grammatura della zincatura | UNI EN 10346 UNI EN 10143 | $100 \text{ g/m}^2 \leq Z \leq 275 \text{ g/m}^2$ (con garanzia di rispetto dei parametri prestazionali) |
| Lega di alluminio - tipologia | UNI EN 573-1 | Lega Al-Mg-Mn (del gruppo 3xxx) |
| Lega di alluminio - spessore minimo | ----- | 1,2 mm |

Tabella 2: Caratteristiche dei prodotti verniciati dei pannelli metallici (escluso acciaiocorten).

| Caratteristica | Metodo di prova | Valore di riferimento |
|--|-----------------|--|
| Valutazione dello spessore del film di vernice | UNI EN ISO 2360 | $\geq 60 \mu\text{m}$ (ovvero valori determinati dai parametri prestazionali) |

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL’ASTICO

| | | |
|---|-------------------|--|
| Determinazione della brillantezza (con luce incidente a 60°) | UNI EN ISO 2813 | 30±5 gloss |
| Valutazione del grado di aderenza | UNI EN ISO 2409 | Classe 0 (nessun distacco) |
| Valutazione della durezza (resistenza all'impronta Buchholz) | UNI EN ISO 2815 | > 80 |
| Valutazione della resistenza all'urto | UNI EN ISO 6272 | Nessun distacco o fessurazione |
| Prova di resistenza alla corrosione accelerata Kesternich | UNI EN ISO 3231 | Nessuna corrosione oltre 1 mm dall'incisione dopo 24 cicli |
| Determinazione della ritenzione della brillantezza | UNI EN ISO 11341 | Perdita < 50% del valore iniziale |
| Prova di resistenza alla corrosione in camera a nebbia salina acetica | UNI ISO 9227 | Dopo 1.500 h di esposizione per l'alluminio (500 h per l'acciaio zincato), l'arrugginimento e/o la bollatura lungo l'incisione non devono penetrare per più di 16 mm ² per un taglio di 100 mm, con un massimo di 4 mm per ogni infiltrazione. Non è ammessa altra alterazione visibile o perdita di aderenza |
| Determinazione della resistenza del colore | UNI EN ISO 11341 | Perdita < 50% del valore iniziale |
| Determinazione della resistenza all'umidità | UNI EN ISO 6270-1 | Dopo 1.000 ore di esposizione, nessuna formazione di bolle e penetrazione < 1 mm |
| Determinazione della resistenza alla corrosione filiforme | UNI EN 3665 | Dopo 1.500 ore di esposizione, penetrazione < 2 mm |

| | | |
|--|------------|---|
| Determinazione della resistenza a graffiti | ASTM D7089 | Dopo 20 cicli di sporramento e pulizia: nessun distacco o rigonfiamento della pittura, nessuna variazione di colore |
|--|------------|---|

5.2 Barriera Antirumore Composta Da Pannelli In Plastica

5.2.1 Caratteristiche acustiche

Categoria Assorbimento acustico: A4 (> 11 dB)

Categoria Isolamento acustico: B3 (> 24 dB)

NOTA Massime classi prestazionali, previste dalle norme UNI EN 1793.

5.2.2 Caratteristiche tecniche

I **pannelli in plastica (anche riciclata)** sono costituiti da una struttura scatolare all'interno della quale è inserito materiale fonoassorbente (detto materassino, realizzato in materiale fibroso) installati su **montanti**, dotati di **piastra di base** collegati alla fondazione mediante idonei **accessori di fissaggio**.

Tabella 3: Proprietà degli elementi acustici in plastica (anche riciclata).

| Caratteristica | Metodo di prova | Valore di riferimento |
|---|---------------------|---|
| Massa volumica | ISO 1183-1 | $800 \text{ kg/m}^3 \leq M_{va} \leq 1200 \text{ kg/m}^3$ |
| Trazione - carico a snervamento | UNI EN ISO 527-2 | Da $> 38 \text{ N/mm}^2$ a $< 60 \text{ N/mm}^2$ |
| Trazione - modulo elastico | UNI EN ISO 527-2 | Da 2.200 N/mm^2 a 2.400 N/mm^2 |
| Resilienza - Izod con intaglio a 23 °C | UNI EN ISO 180:2009 | Da 130 J/m a 250 J/m |
| Resilienza – Charpy con intaglio a 23 °C | UNI EN ISO 179-1 | Da $> 8 \text{ kJ/m}^2$ a $< 20 \text{ kJ/m}^2$ |
| Temperatura di rammollimento - Vicat B50 (50 N) | UNI EN ISO 306 | Da 90 °C a 110 °C |

5.3 Barriera Antirumore Composta Da Pannelli In Materiale Composito (FRP)

5.3.1 Caratteristiche acustiche

Categoria Assorbimento acustico: A4 (> 11 dB)

Categoria Isolamento acustico: B3 (> 24 dB)

NOTA Massime classi prestazionali, previste dalle norme UNI EN 1793.

5.3.2 Caratteristiche tecniche

I **pannelli in materiale composito FRP** (*Fiber Reinforced Polymers*) a matrice polimerica sono costituiti da una struttura scatolare in materiale composito, **prodotto attraverso un processo di pultrusione**, all’interno della quale è inserito materiale fonoassorbente (detto materassino, realizzato in materiale fibroso) installati su **montanti**, dotati di **piastra di base** collegati alla fondazione mediante idonei **accessori di fissaggio**.

Tabella 4: Proprietà degli elementi acustici in materiale composito FRP.

| Caratteristica | Metodo di prova | Valore di riferimento |
|--|------------------|-----------------------------|
| Massa volumica | ISO 1183-1 | $\geq 1.800 \text{ kg/m}^3$ |
| Assorbimento igroscopico | UNI EN ISO 62 | < 0,30% |
| Modulo elastico a trazione assiale | UNI EN ISO 527-4 | $\geq 20 \text{ GPa}$ |
| Resistenza a rottura a trazione assiale | UNI EN ISO 527-4 | $\geq 200 \text{ MPa}$ |
| Modulo elastico a flessione | UNI EN ISO 14125 | $\geq 20 \text{ GPa}$ |
| Resistenza a rottura a flessione assiale | UNI EN ISO 14125 | $\geq 200 \text{ MPa}$ |
| Resistenza al taglio interlaminare assiale | UNI EN ISO 14130 | $\geq 20 \text{ MPa}$ |
| Rigidità dielettrica | CEI EN 60243 | $\geq 5 \text{ kV/mm}$ |
| Resistività superficiale | IEC 60093 | $> 1 \times 10^{12} \Omega$ |
| Temperatura di lavoro | ----- | da -40 °C a +100 °C |
| Resistenza agli UV | UNI EN ISO 11507 | Meccanicamente stabile |

| | | |
|--|------------|--|
| Determinazione della resistenza a graffiti | ASTM D7089 | Dopo 20 cicli di sporco e pulizia: nessun distacco o rigonfiamento della pittura, nessuna variazione di colore |
|--|------------|--|

5.4 Barriera Antirumore In Pannelli In PVC

5.4.1 Caratteristiche acustiche

Categoria Assorbimento acustico: A5 (> 11 dB)

Categoria Isolamento acustico: B3 (> 24 dB)

Con marcatura CE ai sensi della UNI/EN 14388 e UNI/TR 11338.

5.4.2 Caratteristiche tecniche

La barriera è costituita da:

- Montanti HEA/HEB/IPE muniti di piastra di base con caratteristiche meccaniche dell'acciaio non minori di quelle del tipo S275JR in conformità alla UNI EN 10025 e zincati a caldo in conformità alla UNI EN 1461 per uno spessore non minore di 85µm, previo ciclo di sabbiatura SA 2112 oppure trattamento di decapaggio chimico. Inoltre, è richiesto un ulteriore trattamento della superficie, subito dopo la zincatura, consistente due mani di verniciatura a liquido oppure verniciatura a polveri. Tali trattamenti dovranno essere effettuati secondo quanto stabilito dalla UNI 11160. I montanti verranno fissati alla fondazione in calcestruzzo per mezzo di tirafondi annegati nei getti di fondazione. Lo spessore minimo locale della protezione, compreso lo spessore della zincatura, deve essere almeno di 200µm in modo da realizzare una superficie esente da pori.
- Pannello di base "di pulizia" in cls armato realizzato in opera per appoggio elementi fonoassorbenti, h fino a 100cm, spessore, in sommità, pari alla larghezza del pannello fonoassorbente
- Pannelli fonoassorbenti L=3jm, in PVC derivante anche da materiale da riciclo, co-estrusi in corpo unico, con inserito all'interno un materassino assorbente, conforme alla norma UNI 11160, in fibra di poliestere densità 50 kg/m³. i pannelli presentano un lato forato e sono completi con testate di chiusura e guarnizioni di tenuta laterali, inoltre presentano una guida maschio/femmina per la loro sovrapposizione. Tutti i

materiali componenti i pannelli sono 100% riciclabili, sono conformi alle classi A5/B3 di fonoassorbimento e fonoisolamento e trattati con additivo resistente ai raggi UV; prodotto marcato CE

- Ferramenta in acciaio zincato e/o acciaio inox 304

Guarnizione in PVC con durezza compresa tra 65 shore e 75 shore, per evitare passaggi di onde sonore ed aumentare la stabilità del pannello stesso all’interno del profilo HE

5.5 Barriera Antirumore Composta Da Pannelli Trasparenti

5.5.1 Caratteristiche acustiche

Per le barriere con sola funzione fonoisolante:

Categoria Isolamento acustico: B3 (> 24 dB)

Per le barriere con funzione fonoassorbente/fonoisolante:

Categoria Assorbimento acustico: A4 (> 11 dB)

Categoria Isolamento acustico: B3 (> 24 dB)

NOTA Massime classi prestazionali, previste dalle norme UNI EN 1793.

5.5.2 Caratteristiche tecniche

I **pannelli trasparenti** possono essere realizzati:

- in **polimetilmetacrilato (PMMA)** di tipo colato o estruso, con sola funzione fonoisolante;
- in **policarbonato** di tipo coestruso, con sola funzione fonoisolante;
- in **lastre accoppiate** con funzione fonoassorbente/fonoisolante di cui una piena (portante/fonoisolante) accoppiata ad una forata che ne assicura le proprietà fonoassorbenti;

I pannelli trasparenti sono racchiusi in una **cornice** metallica di bloccaggio zincata e verniciata, con le opportune **guarnizioni** in gomma EPDM, installati su **montanti**, dotati di **piastra di base** collegati alla fondazione mediante idonei **accessori di fissaggio**.

Relativamente ai pannelli **in PMMA**, il materiale impiegato deve essere conforme alla Norma UNI EN ISO 7823-1 (se di tipo colato), o alla Norma UNI EN ISO 7823-2 (se di tipo estruso).

Tabella 6 Proprietà degli elementi acustici costituiti da pannelli in polimetilmetacrilato (PMMA).

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL'ASTICO

| Caratteristica | Metodo di prova | Valore di riferimento |
|---|--|--|
| Spessore | | Minimo 15 mm |
| Massa volumica | ISO 1183-1 | $\geq 1.150 \text{ kg/m}^3$ |
| Assorbimento d'acqua | UNI EN ISO 62 Metodo 1 (24h, 23°C) | $\leq 0,5 \%$ |
| Resistenza a flessione | UNI EN ISO 178 | $\geq 100 \text{ MPa}$ |
| Resistenza a trazione | UNI ISO 527-2/1B/50 | $\geq 65 \text{ MPa}$ |
| Resistenza a trazione dopo invecchiamento | UNI EN ISO 527-2/1B/50 | $\geq 60 \text{ MPa}$ |
| Modulo elastico a flessione | UNI EN ISO 178 | $\geq 3.000 \text{ MPa}$ |
| Modulo elastico a trazione | UNI EN ISO 527-2/1B/1 | $\geq 3.000 \text{ MPa}$ |
| Modulo elastico a trazione dopo invecchiamento | UNI EN ISO 527-2/1B/1 | $\geq 2.800 \text{ MPa}$ |
| Resistenza all'urto Izod con intaglio | UNI EN ISO 180 | $\geq 1,5 \text{ kJ/m}^2$ |
| Resistenza all'urto Charpy senza intaglio | UNI EN ISO 179-1/1fU | $\geq 10 \text{ kJ/m}^2$ |
| Temperatura di rammollimento Vicat | UNI EN ISO 306 (Metodo B50) | $\geq 95^\circ\text{C}$ |
| Coefficiente di dilatazione termica lineare | UNI 6061 | $\leq 8 \cdot 10^{-5} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ |
| Fattore di trasmissione luminosa totale | UNI EN ISO 13468-1 | $\geq 90\%$ |
| Fattore di trasmissione luminosa a 420 nm - prima dell'esposizione - dopo l'esposizione alla lampada allo Xenon | UNI EN ISO 13468-1 UNI EN ISO 4892-2 (per 1.000 h) | $\geq 90\%$ $\geq 88\%$ |
| Tensione ammessa sul materiale (fino a 40°C) | ----- | $\leq 7 \text{ N/mm}^2$ |

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL’ASTICO

| | | |
|--|------------|---|
| Determinazione della resistenza a graffiti | ASTM D7089 | Dopo 20 cicli di sporco e pulizia: nessun distacco o rigonfiamento della pittura, nessuna variazione di colore |
|--|------------|---|

Relativamente ai pannelli in **policarbonato** la **protezione** agli ultravioletti (UV) sarà ottenuta mediante l’applicazione di film di protezione ai raggi UV su entrambi i lati.

Tabella 7: Proprietà degli elementi acustici costituiti da pannelli in policarbonato.

| Caratteristica | Metodo di prova | Valore di riferimento |
|---|--|---|
| Spessore | | Minimo 12 mm |
| Massa volumica | UNI EN ISO 1183-2 | ≥ 1.000 kg/m ³ |
| Assorbimento d’acqua | UNI EN ISO 62 Metodo 1(24 h, 23°C) | ≤16% |
| Resistenza a trazione | UNI EN ISO 527-2/1B/50 | ≥ 60 MPa |
| Resistenza a trazione dopo invecchiamento | UNI EN ISO 527-2/1B/50 | ≥ 55 MPa |
| Modulo elastico a trazione | UNI EN ISO 527-2/1B/1 | ≥ 2.200 MPa |
| Modulo elastico a trazione dopo invecchiamento | UNI EN ISO 527-2/1B/1 | ≥ 2.000 MPa |
| Resistenza all’urto Charpy con intaglio | UNI EN ISO 179-1 | ≥ 6 KJ/m ² |
| Temperatura di rammollimento Vicat | UNI EN ISO 306 (Metodo B50) | ≥ 145°C |
| Coefficiente di dilatazione termica lineare | UI 6061 | ≤ 6,5 · 10 ⁻⁵ °C ⁻¹ |
| Fattore di trasmissione luminosa a 420 nm - prima dell’esposizione - dopo l’esposizione alla lampada allo Xenon | UNI EN ISO 13468-1 UNI EN ISO 4892-2 (per 1.000 h) | ≥ 85% ≥ 82% |

| | | |
|--|------------|---|
| Tensione ammessa sul materiale (fino a 40°C) | ----- | $\leq 10 \text{ N/mm}^2$ |
| Determinazione della resistenza a graffiti | ASTM D7089 | Dopo 20 cicli di sporramento e pulizia: nessun distacco o rigonfiamento della pittura, nessuna variazione di colore |

Relativamente ai pannelli in **lastre accoppiate**, la lastra **piena** (lato ricettore, con funzione strutturale e di fonoisolamento del manufatto) può essere realizzata in PMMA o in policarbonato, mentre quella **forata** (lato sorgente, con funzione di fonoassorbimento del pannello) deve essere realizzata in PMMA. Le caratteristiche sono le stesse delle lastre singole sopra esposte. Viene escluso l’impiego di altri materiali.

NOTA Per la sola verifica dell’**assorbimento d’acqua**, le provette sono quadrate, di lato pari a 50 mm e di spessore pari a 3 mm (vedere UNI EN ISO 62).

NOTA Relativamente al solo PMMA per la verifica delle caratteristiche ottiche relative al **fattore di trasmissione luminosa totale**, le provette sono incolori e di spessore pari a 3 mm (UNI EN ISO 7823-1 e UNI EN ISO 7823-2).

Le **guarnizioni e sigillanti** da impiegare a contatto con le lastre trasparenti (sia in PMMA che in policarbonato) devono avere i requisiti specificati al successivo **Paragrafo**.

Le lastre trasparenti (in PMMA, policarbonato e lastre accoppiate) devono resistere ai carichi dinamici e statici, secondo quanto richiesto dalla Norma UNI EN 1794-1 (Appendice A).

Nel **fissaggio** delle lastre trasparenti (in PMMA, in policarbonato ed in lastre accoppiate) si devono seguire i seguenti criteri:

- devono essere inserite nel telaio, compresa la guarnizione in EPDM, per una profondità tale da evitare l’uscita delle lastre per effetto della deformazione;
- devono potersi dilatare o ritirare in funzione della temperatura;
- non è ammesso l’impiego di siliconi;
- lo spessore deve essere determinato in funzione dei carichi dinamici e statici richiesti, delle dimensioni della lastra, del tipo di fissaggio previsto e della tensione ammessa sul materiale.

NOTA Nel caso di **installazione in posizione critiche** di lastre trasparenti, ove la caduta di frammenti a seguito di urto accidentale possa arrecare danno agli utenti della strada o a

terzi, è previsto l'impiego di materiale rinforzato con armatura interna e/o di adeguato spessore e testato secondo norma UNI EN 1794-2 (Appendice B), ovvero di altre soluzioni idonee.

NOTA La **verifica delle caratteristiche fonoassorbenti** dei pannelli realizzati con **lastre accoppiate** deve essere effettuata con **metodo di misura ad incidenza diretta** (Norma CEN TS 1793-5), raccomandato per le barriere antirumore installate in campo libero.

5.6 Riduttori Di Rumore

5.6.1 Caratteristiche acustiche

Per il diffrattore acustico:

Categoria Isolamento acustico: B3 (> 24 dB)

Per l'assorbitore acustico:

Categoria Assorbimento acustico: A4 (> 11 dB)

NOTA Massime classi prestazionali, previste dalle norme UNI EN 1793.

5.6.2 Caratteristiche tecniche

I **riduttori di rumore** possono essere posti in aggiunta barriere, allo scopo di migliorarne l'efficienza acustica. Questi possono essere di due tipologie:

- il **diffrattore acustico**, dispositivo **installato sul bordo superiore** di una qualsiasi tipologia di barriera antirumore, allo scopo di attenuare l'energia sonora che si propaga dal bordo al di là dello schermo (fenomeno della diffrazione).
- gli **assorbitori acustici**, sono degli elementi lineari che possono essere **applicati sulle pareti** delle barriere allo scopo di migliorarne le proprietà di assorbimento ed isolamento acustico.

Tali manufatti possono essere realizzati in **varie forme** (circolare, ellittica ottagonale, ecc.) e sono generalmente costituiti da una **struttura metallica in lamiera** (acciaio zincato, inox o alluminio) esternamente forata ed all'interno della quale è inserito apposito **materiale fonoassorbente** (materassino, realizzato in materiale fibroso).

Sono montati mediante l'utilizzo di idonei **accessori di fissaggio** metallici (selle, collari, ecc.) adeguatamente zincati e verniciati.

Gli assorbitori acustici sono applicati ad una distanza di almeno 3 cm dal pannello della barriera fonoassorbente, mediante l'utilizzo di idonea staffatura.

Per le caratteristiche delle lamiere, dei materiali fonoassorbenti e degli accessori di fissaggio, si rimanda alle indicazioni riportate negli specifici Paragrafi.

5.7 Rivestimento Fonoassorbente Di Pareti

5.7.1 Caratteristiche acustiche

Categoria Assorbimento acustico: A3 (da 8 a 11 dB)

NOTA In base alla classe prestazionale, prevista dalle norme UNI EN 1793.

5.7.2 Caratteristiche tecniche

Il rivestimento fonoassorbente di pareti consiste nella posa in opera di pannelli di dimensioni modulari $\geq 50 \times 50$ cm con spessore complessivo ≥ 100 mm dotati di guarnizioni in EPDM espanso adesiva da posizionare sul lato posteriore del pannello longitudinalmente. I pannelli possono essere:

- **metallici**, ottenuti con elementi in lamiera (di acciaio zincato, acciaio inox o alluminio) forata, di forma grecata o ondulata, atti a conferire idonea resistenza meccanica al sistema all'interno del quale è inserito apposito materiale fonoassorbente (materassino, realizzato in materiale fibroso). Per le caratteristiche tecniche si rimanda ai Paragrafi dedicati del presente Capitolato;
- di tipo cementizio, ottenuti con moduli prefabbricati in argilla espansa strutturale, ovvero con impasto di cemento e fibra di legno mineralizzato. Per le caratteristiche tecniche si rimanda al Paragrafo specifico.

L'ancoraggio delle due diverse tipologie di pannelli di rivestimento sopra descritte alla parete avviene mediante l'utilizzo di viti e tasselli inox AISI 306 o 316 (chimici o meccanici) del diametro minimo 10 mm, eventualmente con la realizzazione di una idonea sottostruttura metallica. Per le caratteristiche tecniche si rimanda ai Paragrafi specifici.

La principale applicazione dei rivestimenti riguarda i tratti di imbocco delle gallerie, per l'attenuazione dell'onda sonora generata dal transito dei veicoli (c.d. effetto tunnel acustico). Essi possono essere installati anche sui muri in trincea, per minimizzare il fenomeno delle riflessioni acustiche multiple.

NOTA Per i rivestimenti delle pareti in galleria, i pannelli devono anche soddisfare i requisiti illuminotecnici previsti in fase progettuale. Nella parte superiore essi potranno essere sagomati per alloggiare i corpi illuminanti, l'appoggio dei cavi di alimentazione e tutte le apparecchiature previste.

5.8 Materiali Fonoassorbenti

I dispositivi antirumore realizzati con strutture scatolari (quali barriere, diffrattori, ecc.) contengono, al loro interno, **materiali fonoassorbenti**. Generalmente: lana di roccia, lana di vetro o fibre di poliestere. Di seguito le caratteristiche di interesse.

Tabella 8: Caratteristiche dei materiali fonoassorbenti.

| Caratteristica | Metodo di prova | Valore di riferimento |
|-----------------------------|---|---|
| Diametro medio delle fibre | UNI 6484 | > 6 µm |
| Massa volumica apparente | UNI 6485 | Lana di roccia: ≥ 70 kg/m ³ Lana di vetro: ≥ 40 kg/m ³ Fibre di poliestere: ≥ 30 kg/m ³ |
| Grado di igroscopicità | UNI 6543 (Tempo di prova: 1 giorno) | < 0.2% in volume |
| Classe di reazione al fuoco | EN 13501-1:2007 (Solo per prodotti installati in galleria) | Contributo al fuoco: A1 e A2 (non combustibili) Densità dei fumi: s1 (assenza di fumi) Gocce incandescenti: d0 (assenza di gocce entro 600s) |

5.9 Elementi Strutturali E Montanti

5.9.1 Elementi strutturali metallici

I **montanti e le piastre di base** metallici possono essere realizzati con **profilati aperti** o **cavi** realizzati in acciaio zincato a caldo e verniciato o corten con le seguenti caratteristiche.

Tabella 9 Caratteristiche dei montanti e delle piastre di base in acciaio.

| Caratteristica | Metodo di prova | Valore di riferimento |
|----------------------------|-----------------|-----------------------|
| Acciaio - profilati aperti | UNI 10025-1÷6 | non inferiori al |
| Acciaio - profilati cavi | EN 10210-1 | tipo S235JR |
| Zincatura a caldo | UNI EN 1461 | ≥ 80 µm |

| | | |
|--|--------------|---|
| | UNI EN 14713 | previo ciclo di sabbiatura SA21/2, ovvero trattamento di decapaggio chimico |
|--|--------------|---|

La **verniciatura** deve essere effettuata (rif. **Tabella 2**) mediante applicazione di:

- **mano di fondo** a base di pittura epossidica al fosfato di zinco, di spessore $\geq 60 \mu\text{m}$;
- **mano di copertura** a base di pittura poliuretanica, di spessore $\geq 60 \mu\text{m}$.

NOTA Lo spessore minimo locale della protezione complessiva, compreso lo spessore della zincatura, deve essere di almeno $200 \mu\text{m}$. Lo strato di protezione dovrà essere esente da difetti (es.: soffiature, bolle di fusione, macchie, scalfitture, pori, parti non zincate, ecc.).

5.9.2 Elementi strutturali in calcestruzzo armato

Gli elementi strutturali in calcestruzzo armato devono soddisfare tutti i requisiti specificati al precedente Paragrafo e devono essere predisposti per l’ancoraggio degli elementi acustici.

NOTA Nel caso di soluzioni in cemento armato precompresso, deve essere adottato il sistema che prevede l’ancoraggio delle barre di precompressione in corrispondenza delle testate.

5.9.3 Elementi strutturali in pultruso

Per quanto riguarda gli **elementi strutturali in pultruso**, devono essere verificate le seguenti specifiche.

Tabella 10: Proprietà degli elementi strutturali in pultruso.

| Caratteristica | Metodo di prova | Valore di riferimento (o dichiarazione) |
|---|------------------|--|
| Massa volumica | ISO 1183-1 | $\geq 1.800 \text{ kg/m}^3$ |
| Assorbimento igroscopico | UNI EN ISO 62 | $< 0,30\%$ |
| Modulo elastico a trazione assiale | UNI EN ISO 527-4 | $\geq 23 \text{ GPa}$ |
| Modulo elastico a trazione trasversale | UNI EN ISO 527-4 | $\geq 7 \text{ GPa}$ |
| Resistenza a rottura a trazione assiale | UNI EN ISO 527-4 | $\geq 240 \text{ Mpa}$ |
| Resistenza a rottura a trazione trasversale | UNI EN ISO 527-4 | $\geq 50 \text{ Mpa}$ |
| Modulo elastico a flessione | UNI EN 13706-2 | $\geq 23 \text{ GPa}$ |

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL’ASTICO

| | | |
|--|------------------|---|
| Resistenza a rottura a flessione assiale | UNI EN ISO 14125 | ≥ 240 Mpa |
| Resistenza a rottura a flessione trasversale | UNI EN ISO 14125 | ≥ 100 Mpa |
| Resistenza al taglio interlaminare assiale | UNI EN ISO 14130 | ≥ 25 Gpa |
| Rigidità dielettrica | CEI EN 60243 | ≥ 5 kV/mm |
| Resistività superficiale | UNI 4288 | > 1 x 10 ¹² Ω |
| Temperatura di lavoro | ----- | da -40 °C a +100 °C |
| Resistenza agli UV | UNI EN ISO 11507 | Meccanicamente stabile |
| Composizione della matrice polimerica | UNI EN 13706-1 | Dichiarare come richiesto dalla norma |
| Composizione delle fibre di rinforzo | UNI EN 13706-1 | Dichiarare come richiesto dalla norma |
| Tipo di finitura (trattamento addizionale) | UNI EN 13706-1 | Dichiarare come richiesto dalla norma |
| Determinazione della resistenza a graffiti | ASTM D7089 | Dopo 20 cicli di sporcamento e pulizia: nessun distacco o rigonfiamento della pittura, nessuna variazione di colore |

5.10 Accessori Di Fissaggio

Tutti gli **accessori metallici** (viti, dadi, rivetti, rondelle elastiche, distanziatori, tirafondi, ecc.) devono essere in acciaio inossidabile AISI 306 o AISI 316, ovvero in acciaio adeguatamente protetto alla corrosione.

Tabella 12: Caratteristiche degli accessori di fissaggio.

| Caratteristica | Metodo di prova | Valore di riferimento |
|----------------|-----------------|--|
| Materiale | | Acciaio inossidabile AISI 306 o AISI 316 |
| Tirafondi | UNI EN 10263 | |

| | | |
|---------|----------------------------------|--------------------------|
| Bulloni | UNI 6485 | Classe 8.8 |
| Dadi | UNI ENV 1993-1-1 | Classe 8.8 |
| Viti | UNI EN 20898-2 UNI EN 20898-7 | Classe di resistenza 8.8 |

5.10.1 Guarnizioni E Sigillanti

Le caratteristiche fonoisolanti del sistema barriera sono garantite dall’impiego di idonee **guarnizioni e sigillanti** tra i diversi materiali e componenti a contatto, come ad esempio tra pannello e pannello, pannello e montante, pannello e cordolo di fondazione.

Le **guarnizioni** da impiegare a contatto con il materiale trasparente (PMMA e policarbonato), i pannelli in calcestruzzo, ecc., devono avere i requisiti di seguito riportati:

- essere realizzate in **EPDM**, con durezza compresa tra 65 e 75 shores;
- essere compatibili con il materiale trasparente (vale a dire che, durante la vita di servizio, non devono rilasciare prodotti chimici che aggrediscano chimicamente il materiale trasparente);
- avere forma tale da evitare che fuoriescano durante la vita di servizio e, internamente, avere una geometria tale da consentire la dilatazione ed il ritiro dei pannelli in materiale trasparente

NOTA Per il **fissaggio del PMMA e del policarbonato** non è ammesso l’impiego di siliconi.

Tabella 13: Proprietà delle guarnizioni.

| Caratteristica | Metodo di prova | Valore minimo di riferimento |
|--------------------------|-----------------|------------------------------|
| Durezza | UNI EN ISO 868 | 70 ± 5 Shore A/3 |
| Carico di rottura minimo | UNI 6065 | 10 Mpa |
| Allungamento a rottura | UNI 6065 | 300% |

Tabella 14: Variazioni tollerate dei requisiti delle guarnizioni dopo invecchiamento termico (sette giorni alla temperatura di 70°C, in conformità alla Norma UNI ISO 188).

| Caratteristica | Metodo di prova | Valore massimo della variazione |
|----------------|-----------------|---------------------------------|
|----------------|-----------------|---------------------------------|

| | | |
|--------------------------|----------------|---------------|
| Durezza | UNI EN ISO 868 | ± 3 Shore A/3 |
| Carico di rottura minimo | UNI 6065 | ± 5% |
| Allungamento a rottura | UNI 6065 | ± 15% |

5.11 Interventi Diretti Sui Ricettori

Qualora non si raggiungano gli obiettivi di risanamento prefissati, con l’adozione di tutti i possibili interventi di cui sopra, potranno essere adottati provvedimenti di protezione acustica in corrispondenza degli edifici, ricorrendo per esempio all’utilizzo di finestre antirumore autoventilate, ovvero ad altre opere di isolamento applicate ai ricettori. Tale soluzione potrà essere autorizzata dalla DL su proposta specifica dell’appaltatore, che si impegna in tal caso a progettare e realizzare lo specifico intervento, una volta raccolto il consenso delle parti interessate.

5.12 Accettazione E Controlli

Le caratteristiche dei specificate nei precedenti Paragrafi sono condizioni necessarie ma non sufficienti per l’accettazione in quanto comunque subordinata alle prestazioni complessive dei **sistemi di protezione acustica** e non a quella dei singoli materiali.

NOTA Qualora si preveda l’utilizzo di sistemi realizzati con **materiali diversi** da quelli su esposti, devono essere forniti tutti i dati necessari per il loro controllo, relativamente alle prestazioni acustiche, non acustiche e di durabilità, nonché la casistica (se presente) delle situazioni in cui siano stati già utilizzati, corredata delle attestazioni di soddisfazione delle Stazioni Appaltanti.

La valutazione di conformità dei sistemi oggetto del presente Capitolato si articola nelle seguenti due fasi:

- **accettazione** dei sistemi di protezione acustica mediante recepimento della **Dichiarazione di Prestazione (DoP)** e della corrispondente attestazione di **Marcatura CE** e del **Dossier di Prodotto**. In allegato è riportato il fac-simile della DoP come da Regolamento UE 305/2011;
- **controlli** da effettuare in corso d’opera (in riferimento alle norme UNI EN 14388, UNI EN 14389-1 e 2, UNI EN 1794-1 e 2, che specificano le caratteristiche prestazionali dei sistemi di protezione acustica per infrastrutture stradali, nonché i metodi di prova delle loro caratteristiche acustiche e non acustiche).

5.12.1 Accettazione

Per quanto riguarda l’**accettazione** del materiale da parte della **Direzione Lavori**, oltre che alle dichiarazioni di accompagnamento delle partite prodotte in qualità dal fornitore, si farà riferimento ai dati di seguito riportati:

- disegni progettuali
- dichiarazioni di prestazione (attestazione di marcatura CE)
- Dossier di Prodotto
- rapporti di Prova
- manuale di installazione
- manuale di manutenzione

Il **produttore** è tenuto a fornire la dichiarazione di prestazione del sistema antirumore (**Marcatura CE** secondo la Norma armonizzata UNI EN 14388), inclusa ogni variazione alla configurazione proposta, in fase di offerta del sistema. Tale dichiarazione sarà vincolante e verrà allegata ai documenti contrattuali.

Pertanto, i produttori devono essere in possesso dei rapporti di prova rilasciati da laboratori certificati su campioni effettivamente rappresentativi di ogni singolo prodotto a **Marcatura CE**, per il quale si prevede l’installazione nel sistema antirumore proposto.

Oltre all’attestato di **Marcatura CE**, il produttore deve raccogliere tutta la documentazione relativa alla fornitura in un apposito **Dossier di Prodotto**, che dovrà contenere tutte le informazioni geometriche (elaborati grafici compresi) e le certificazioni del prodotto proposto in fase di gara; tale dossier costituirà elemento di riferimento per ogni prova e verifica eseguita in corso d’opera e/o in fase di collaudo.

NOTA L’**accettazione di valori in deroga** a quelli specificati è subordinata alla dichiarazione, nel Dossier di Prodotto, di adeguate garanzie di tipo prestazionale, che saranno quindi soggette a verifica da parte della Direzione Lavori.

| ACCETTAZIONE DEI MATERIALI | |
|--|--|
| FASI DI CONTROLLO | AZIONI DI VERIFICA |
| MARCATURA CE | <ul style="list-style-type: none">✓ conformità delle prestazioni connesse alla loro funzione (proprietà acustiche intrinseche);✓ proprietà strutturali, di sicurezza e compatibilità ambientale (proprietà non acustiche);✓ mantenimento nel tempo delle prestazioni dichiarate. |
| ACCETTAZIONE DEL SISTEMA ANTIRUMORE | <ul style="list-style-type: none">✓ disegni progettuali;✓ dichiarazioni di prestazione (marcatura CE);✓ dossier di prodotto (certificati delle marcature ce rilasciate dai vari laboratori relative a tutti gli |

| | |
|----------------------------|---|
| | elementi costituenti il sistema rumore); ✓ rapporti di prova; ✓ manuale di installazione; ✓ manuale di manutenzione; ✓ completezza del materiale fornito. |
| ULTERIORI VERIFICHE | ✓ ispezioni in officine/stabilimenti; ✓ certificazioni/attestazioni; ✓ campioni rappresentativi della fornitura da sottoporre a prove di laboratorio; |
| NOTA | <i>Se il Direttore Lavori riscontra che un qualsiasi materiale non sia adatto all'impiego DEVE chiederne la sostituzione.</i> |

Tabella 20 Accettazione dei materiali (check-list).

5.12.2 Marcatura CE e Verifica della Costanza della Prestazione

Il rilascio della **Marcatura CE** per i **sistemi di protezione acustica** avviene sulla base della individuazione del sistema applicabile di Valutazione e Verifica della Costanza della Prestazione. Il sistema di Valutazione e Verifica della Costanza della Prestazione per i sistemi di protezione acustica (definito nell'allegato ZA.2 della norma UNI EN 14388) è il sistema 3 tra quelli di attestazione previsti dal Regolamento UE 305/2011. L'eventuale adozione di sistemi più restrittivi (sistemi 1, 1+, 2 e 2+) è ammissibile.

In particolare, il suddetto livello 3 prevede che:

- il fabbricante *“effettui il controllo della produzione in fabbrica”*;
- il laboratorio di prova notificato *“determini il prodotto-tipo in base a prove di tipo (sulla scorta del campionamento effettuato dal fabbricante), a calcoli di tipo, a valori desunti da tabelle o a una documentazione descrittiva del prodotto”*.

Con particolare riguardo alle **barriere antirumore**, in quanto attrezzature stradali, queste sono obbligate al rilascio della Marcatura CE, che deve essere redatta secondo quanto previsto dalla Norma armonizzata UNI EN 14388.

Nel dettaglio, la Marcatura CE delle barriere antirumore consiste nella dichiarazione sia delle prestazioni direttamente connesse alla loro funzione (prestazioni acustiche intrinseche) che delle prestazioni “non acustiche”, ovvero inerenti le prestazioni meccaniche, relative alla sicurezza in esercizio, relative alla protezione ambientale, alla durabilità nel tempo ed alla sostenibilità.

NOTA Tale dichiarazione deve inoltre riguardare il mantenimento nel tempo delle prestazioni dichiarate.

La Dichiarazione della Prestazione delle caratteristiche essenziali, che è di responsabilità del produttore, deve essere effettuata in base a rapporti di prova emessi da laboratorio notificato, con evidenza di notifica riportata sul sito ufficiale della Commissione Europea <http://ec.europa.eu/enterprise/newapproach/nando/>, ovvero da relazioni di calcolo validate da professionista abilitato a firmare relazioni di calcolo strutturale.

NOTA Si precisa che la marcatura CE di una barriera antirumore deve riferirsi alla prestazione del sistema nella sua interezza; non è una semplice raccolta di certificati di collaudo e/o relazioni di calcolo sui singoli componenti.

NOTA Nel caso delle barriere integrate occorre considerare che il sistema di Valutazione e Verifica della Costanza della Prestazione per le barriere di sicurezza (definito nella norma UNI EN 1317-5) è il sistema 1 tra quelli di attestazione previsti dal Regolamento UE 305/2011.

5.12.3 Dossier di Prodotto

Per garantire la corrispondenza dei materiali e dei sistemi proposti in fase di gara alle specifiche di progetto, per essi deve essere presentato il **Dossier di Prodotto**. Tale documento contiene:

- tutti i **certificati di prova** attestanti la conformità dei materiali e dei sistemi proposti ai requisiti minimi prestazionali specificati;

Inoltre, a garanzia della conformità dei campioni stessi alle norme prescritte, sarà richiesta una dichiarazione impegnativa, firmata dal legale rappresentante dell'impresa aggiudicataria, relativa ai prodotti impiegati, accompagnata da certificati ufficiali di analisi, rilasciati da istituti specializzati, competenti ed autorizzati, per tutti o parte dei materiali usati, secondo quanto richiesto dalla Direzione Lavori. Tale dichiarazione dovrà contenere:

- nomi commerciali, eventuali marchi di fabbrica, tipi e caratteristiche tecniche dei prodotti che verranno usati;
- metodi e cicli per le lavorazioni di materiali;
- identificazione degli stabilimenti di produzione e ragione sociale della Ditta produttrice.

La presentazione da parte dell'aggiudicatario di **certificato di qualità del fornitore** del prodotto fornito, non lo esime in alcun modo dalle responsabilità dirette verso il Committente in merito alla qualità del prodotto stesso.

5.12.4 Controlli

In ogni caso, prima della sua installazione, la Direzione Lavori dovrà eseguire i **controlli** per l'accettazione preventiva completa del materiale consegnato.

La **Direzione Lavori** si riserva comunque, ogni volta che lo ritenga opportuno, la facoltà di svolgere **ispezioni in officina/stabilimento**, nonché di richiedere le certificazioni/attestazioni che riterrà opportune, sia per constatare la rispondenza dei materiali impiegati, che le attestazioni di regolarità delle lavorazioni.

All'Impresa aggiudicataria, per la verifica delle caratteristiche prestazionali dei materiali impiegati, potrà essere richiesto di fornire **campioni rappresentativi della fornitura** (che saranno oggetto di prove di laboratorio, presso Istituti riconosciuti e specializzati), allo scopo di garantire l'effettiva rispondenza tra la campionatura stessa ed i dati riportati nelle schede tecniche di prodotto.

NOTA Nel caso di esito negativo, la Direzione Lavori eseguirà un prelievo di una parte dei dispositivi posti in opera fino al 10% della lunghezza totale della barriera senza che l'Impresa possa avanzare alcun diritto o compenso.

La Direzione Lavori ha la facoltà di richiedere, nella fase di realizzazione delle opere, l'esecuzione di **rilievi in situ e prove di laboratorio** su campioni, senza che l'Impresa possa avanzare alcun diritto o compenso per lo svolgimento delle attività di supporto eventualmente necessarie alla loro esecuzione.

I **risultati** delle prove e dei rilievi effettuati dovranno essere riportati in appositi verbali.

L'Appaltatore ha la facoltà - qualora lo richieda all'atto della presentazione dei campioni, ovvero prima della data comunicata dalla Direzione Lavori per l'esecuzione dei rilievi e/o delle verifiche in opera - di assistere alle prove o di farsi rappresentare.

L'esito delle prove farà fede a tutti gli effetti.

Nei successivi paragrafi vengono indicate le prove da effettuare allo scopo di verificare le caratteristiche acustiche e non delle barriere antirumore.

Le sanzioni conseguenti ad eventuali esiti negativi dei controlli sono riportate nel successivo (sanzioni in caso di non conformità di prodotto).

5.12.5 Caratteristiche acustiche - Barriere antirumore

Allo scopo di valutare le caratteristiche acustiche estrinseche (*Insertion Loss*) di una barriera antirumore, si procede secondo la Norma UNI 11022 in base alle situazioni secondo:

- Metodo A: applicabile ai casi di interventi di bonifica acustica realizzati per infrastrutture esistenti;
- Metodo B: applicabile ai casi di barriere antirumore realizzati contestualmente alla costruzione di nuove infrastrutture, ovvero al potenziamento di infrastrutture esistenti

In entrambi i casi, si distingue tra livelli acustici:

- *ante-operam*, da valutare in corrispondenza di alcuni Punti di Controllo (PC) prima della realizzazione della barriera antirumore;
- *post-operam*, da misurare negli stessi punti di controllo dopo la sua realizzazione.

Nel dettaglio, i livelli acustici *ante-operam* nei Punti di Controllo possono essere il risultato di rilievi fonometrici o di calcolo effettuato con modello acustico previsionale, a seconda che la strada sia aperta o meno al traffico prima della realizzazione del sistema antirumore.

I livelli acustici *post-operam* nei Punti di Controllo, invece, sono ottenuti in fase di verifica del requisito prestazionale (*Insertion Loss*), mediante l’esecuzione di **rilievi fonometrici**.

NOTA i dettagli dell’esecuzione dei rilievi sopra indicati sono riportati documento “Istruzioni tecniche per la progettazione realizzazione e verifica delle prestazioni dei sistemi di protezione acustica”.

5.12.6 Caratteristiche non acustiche - Rivestimenti anticorrosivi

La **zincatura** dei montanti e delle piastre in acciaio della barriera antirumore saranno verificate con le prove previste dalla Norma UNI EN ISO 1461 riguardante “Rivestimenti di zincatura per immersione a caldo su prodotti finiti ferrosi e articoli di acciaio - Specificazioni e metodi di prova”. La verifica delle suddette caratteristiche, che dovrà essere effettuata per ciascuna tipologia di elemento e per ogni partita di fornitura, sarà svolta su elementi prelevati in contraddittorio con l’Impresa.

5.12.7 Caratteristiche non acustiche - Serraggio di tirafondi e bulloni

Il **serraggio di tirafondi e bulloni** può essere effettuato con l’utilizzo di chiave pneumatica, purché questa venga controllata con chiave dinamometrica, la cui taratura con l’eventuale moltiplicatore dovrà risultare da certificato rilasciato da Laboratorio idoneo.

L’effettivo utilizzo della chiave dinamometrica dovrà essere registrato in un apposito libretto; a tale proposito, sarà consentito un uso massimo di 180 giorni dalla data di taratura del sistema chiave dinamometrica ed eventuale moltiplicatore.

Per l’esecuzione dei controlli dovrà comunque essere utilizzata una chiave dinamometrica provvista del suddetto certificato di taratura.

5.12.8 Laboratori accreditati

Le **prove di qualifica** eseguite in integrazione alla **Marcatura CE**, nonché le **prove di collaudo o verifica** eseguite sui materiali o sui singoli componenti dei sistemi di protezione acustica, dovranno essere effettuate da **laboratori accreditati** secondo la Norma ISO 17025 da Ente ACCREDIA, da Enti equivalenti europei affiliati all’associazione degli organismi di accreditamento europei EA (<http://www.european-accreditation.org>).

5.13 Modalità Di Esecuzione

Il montaggio in opera di tutte le strutture che costituiscono ciascun manufatto del **sistema di protezione acustica** sarà effettuato in conformità a quanto previsto nella Relazione di calcolo, negli elaborati progettuali e - soprattutto - nel **manuale di installazione**.

Durante il carico, il trasporto, lo scarico, il deposito ed il montaggio, si dovrà porre la massima cura per evitare che le strutture vengano deformate o sovrasollecitate.

Le parti a contatto con funi, catene od altri organi di sollevamento saranno opportunamente protette.

L'assemblaggio ed il montaggio in opera delle strutture dovrà essere effettuato nei tempi e nei modi concordati con la Direzione Lavori. Il montaggio sarà eseguito in modo che la struttura che costituisce il sistema antirumore previsto raggiunga la configurazione geometrica indicata negli elaborati progettuali.

Nella progettazione e nell'impiego delle attrezzature di montaggio, l'Appaltatore è tenuto a rispettare le norme, le prescrizioni ed i vincoli che eventualmente venissero imposti da Enti, Uffici e persone responsabili riguardo alla zona interessata 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, ferrovie, tramvie, ecc.;
- per le interferenze con servizi di soprasuolo e sottosuolo.

Dopo il completamento della struttura e prima dell'esecuzione della **prova di carico**, l'Appaltatore dovrà effettuare la ripresa della coppia di serraggio di tutti i bulloni costituenti le unioni, dandone preventiva comunicazione alla Direzione Lavori.

Per tutti i pannelli disposti su opere d'arte (ponti, viadotti, sovrappassi) posti a distanza da edifici abitativi inferiore a 10 m, deve essere predisposto un **sistema di ritenuta/aggancio** che impedisca il distacco/caduta dalle strutture portanti.

I collegamenti ai manufatti, alle porte di emergenza, ai giunti di dilatazione, ecc., dovranno essere realizzati mediante dispositivi a tenuta acustica, effettuati a regola d'arte. Anche fra i montanti ed i pannelli devono essere previste **guarnizioni acusticamente ermetiche**. Allo scopo di evitare la propagazione delle onde sonore dovute all'irregolarità delle superfici in calcestruzzo, tra i pannelli e le fondazioni in calcestruzzo, nonché tra i pannelli e le lastre prefabbricate, deve essere previsto un elemento sigillante costituito da idonea guarnizione.

L'intera barriera deve essere costruita in modo da evitare in ogni punto il **ristagno dell'acqua**; in particolare, per quanto riguarda i pannelli compositi, l'acqua deve fuoriuscire facilmente dai singoli pannelli (fori sul fondo) e non ristagnare sia fra pannello e pannello, sia fra pannello inferiore della barriera e superficie di appoggio.

Nel caso di **sostituzione totale o parziale di barriera esistente**, lo smontaggio degli elementi (pannelli, montanti, ecc.) dovrà essere effettuato con cura, senza causare rotture o danni, riducendo al minimo le interferenze ai flussi di traffico della viabilità interessata; eventuali danni o perdite saranno imputate all’Impresa.

Le banchine in terra, le cunette ed i cordoli in calcestruzzo, ecc., sede dei montanti estratti, dovranno essere perfettamente ripristinate ed ogni detrito o materiale di scarto trasportato a rifiuto a cura e spese dell’Impresa.

Nello **smontaggio e rimozione della barriera**, comunque costituita, è compreso ogni onere e magistero occorrente, nonché l’onere del carico, del **trasporto e smaltimento in discarica autorizzata** del materiale rimosso e non utilizzabile, ovvero il trasporto fino al magazzino/deposito del materiale riutilizzabile (a discrezione della Direzione Lavori), che resta di proprietà dell’Amministrazione.

| POSA IN OPERA DEL SISTEMA ANTIRUMORE | |
|---|---|
| I Controlli da effettuare in corso d’opera per la valutazione di conformità della fornitura fanno riferimento alle Norme: UNI EN ISO 14388, UNI EN ISO 14389-1 e 2. | |
| FASI DI CONTROLLO | AZIONI DI VERIFICA |
| POSA IN OPERA | <ul style="list-style-type: none">✓ il rispetto della configurazione indicata negli elaborati progettuali del sistema antirumore,✓ il corretto posizionamento del pannello di sovrapposizione arretrato rispetto alla barriera stessa nel caso in cui questa debba essere interrotta;✓ il serraggio dei bulloni effettuato con chiave dinamometrica;✓ i risultati della prova di serraggio di tutti i bulloni costituenti le unioni, alla fine dell’installazione e prima dell’esecuzione della prova di carico;✓ l’inserimento del dispositivo acusticamente ermetico tra cordolo e pannelli in caso di presenza di interstizi tra gli stessi;✓ la presenza ed il corretto funzionamento del sistema di ritenuta/aggancio che impedisca il distacco o la caduta delle strutture portanti nel caso di baffles o coperture totali;✓ la presenza di guarnizioni acusticamente ermetiche tra i montanti e i pannelli, tra i pannelli e le fondazioni e tra i pannelli e le |

| | | |
|------------------------------------|--------------------------------------|---|
| | | <p>lastre prefabbricate; ✓ l’assenza del ristagno di acqua in qualsiasi parte del sistema antirumore installato;</p> |
| PROVE DI CONTROLLO IN OPERA | CARATTERISTICHE ACUSTICHE | <p>Rilievi in situ per la verifica di:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Barriere antirumore: Insertion Loss (UNI 11022); |
| | CARATTERISTICHE NON ACUSTICHE | <p>Prove di laboratorio su campioni per la verifica di:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Rivestimenti anticorrosivi (UNI EN ISO 1461); ▪ Serraggio di bulloni e tirafondi con l’utilizzo di chiave dinamometrica. |
| SMONTAGGIO | | <p>Il Direttore dei lavori deve verificare che le banchine in terra, le cunette e i cordoli in calcestruzzo, siano perfettamente ripristinate dall’impresa</p> |

Tabella 21 Posa in opera del sistema antirumore (check-list).

5.14 Misurazione E Contabilizzazione

L’Appaltatore ha l’onere contrattuale di predisporre in dettaglio, sia per i lavori compensati a corpo che per quelli compensati a misura, tutti i **disegni contabili** delle opere realizzate e

delle lavorazioni eseguite, con l'indicazione (quote, prospetti e quant'altro necessario) delle quantità, parziali e totali, nonché con l'indicazione delle relative operazioni aritmetiche e degli sviluppi algebrici necessari alla individuazione delle quantità medesime, di ogni singola categoria di lavoro attinente l'opera, ovvero la lavorazione interessata.

Tali disegni contabili, da predisporre su supporto informatico e da tradurre, almeno in duplice copia, su idoneo supporto cartaceo, saranno obbligatoriamente consegnati tempestivamente alla **Direzione Lavori**, per il necessario e preventivo controllo e verifica da effettuare sulla base delle misurazioni, svolte durante l'esecuzione dei lavori, in contraddittorio con l'Appaltatore.

La suddetta documentazione contabile è indispensabile per la predisposizione degli **Stati di Avanzamento Lavori** (SAL) e per l'emissione delle relative rate di acconto, secondo quanto stabilito in merito per i pagamenti.

Tutto ciò premesso e stabilito, si precisa che:

- i lavori compensati "a misura" saranno liquidati secondo le misure geometriche (ovvero a numero), così come rilevate dalla **Direzione Lavori**, in contraddittorio con l'Appaltatore, durante l'esecuzione dei lavori;
- i lavori da compensare "a corpo", invece, saranno controllati in corso d'opera attraverso le misure geometriche (ovvero a numero), rilevate dalla **Direzione Lavori** in contraddittorio con l'Appaltatore, che verranno confrontate con le quantità rilevabili dagli elaborati grafici facenti parte integrante ed allegati al Contratto di Appalto.

Per quanto riguarda la predisposizione degli **Stati di Avanzamento Lavori** e l'emissione delle relative rate d'acconto, il corrispettivo da accreditare nei SAL è la parte percentuale del totale del prezzo a corpo risultante da tale preventivo controllo, effettuato a misura, oltre le prescritte trattenute di Legge e le eventuali risultanze negative (detrazioni) scaturite a seguito del **Collaudo** in corso d'opera.

All'avvenuto completamento di tutte le opere a corpo, risultante da apposito Verbale di constatazione, redatto in contraddittorio con l'Appaltatore, la **Direzione Lavori** provvederà al pagamento del residuo con le suddette modalità, deducendo le prescritte trattenute di Legge e le eventuali risultanze negative scaturite dalle operazioni e dalle verifiche effettuate dalla **Commissione di Collaudo** in corso d'opera.

I **systemi di protezione acustica** posti in opera verranno misurati sulla loro superficie effettivamente installata, mentre per i **diffrattori** dovrà essere misurata la lunghezza effettiva installata.

Relativamente alle **barriere integrate**, il sistema unico (sicurezza ed antirumore) verrà misurato sulla sua effettiva lunghezza, distinguendo i casi di altezza minima di 3m e quello di 5m, nonché le tipologia di barriera di sicurezza H2 e H4, come meglio specificato nella relativa voce di **Elenco Prezzi**.

Per questa tipologia di barriere, nelle voci di **Elenco Prezzi** deve intendersi sempre compreso e compensato anche l'onere della fornitura e posa in opera dei dispositivi rifrangenti, se non espressamente esclusi nel suddetto Elenco.

I **sistemi di protezione acustica** che, ove necessario, dovranno essere posti in opera con diversa configurazione rispetto a quanto previsto negli elaborati progettuali, verranno compensati con le relative voci di **Elenco Prezzi**.

Resta stabilito che, nelle voci di **Elenco Prezzi**, sono compresi e compensati i montanti ed i pezzi speciali (porte, ecc.); inoltre, per le barriere che necessitano di fondazione, sono compresi anche l'onere della formazione dei fori nelle opere di fondazione e del fissaggio dei sostegni con eventuale malta cementizia o resina.

5.15 Non Conformità E Sanzioni

Tutte le prestazioni dei componenti i **sistemi di protezione acustica** prescritti dal progetto e dichiarati nel **Dossier di Prodotto** potranno essere singolarmente verificati in corso d'opera.

Ogni inidoneità riscontrata obbliga l'Appaltatore all'applicazione dei necessari correttivi, ovvero alla sostituzione del componente inidoneo con altro componente che assicuri le prestazioni dovute.

Qualora le caratteristiche e la qualità dei materiali non dovessero corrispondere ai limiti in precedenza indicati, la partita sarà ritenuta **non conforme** e la **Direzione Lavori** procederà nei modi di seguito descritti:

- per **irregolarità relative alla qualità dei materiali e alle caratteristiche geometriche degli elementi (spessori, dimensioni, ecc.)** e quanto altro possa concorrere, anche in modo parziale, a compromettere la resistenza strutturale, l'Aggiudicatario sarà tenuto a sostituire a sue spese i materiali non conformi con altri che rispondano alle caratteristiche richieste;
- per **irregolarità relative allo spessore delle protezioni anticorrosive** che, comunque, non concorrano a compromettere le prestazioni della barriera e comunque non superiore al 20% di spessore in meno, si procederà all'applicazione di una **sanzione percentuale sul prezzo contrattuale della voce relativa di elenco prezzi** pari alla percentuale di spessore mancante rispetto a quella indicata. Oltre il 20% di spessore di protezione anticorrosiva in meno, si dovrà procedere alla sostituzione dei materiali.
- per **irregolarità relative alle modalità di installazione**, o per esito negativo delle verifiche sulle prestazioni complessive dei sistemi di protezione acustica, l'Appaltatore è tenuto a sua cura e spese al completo rifacimento dei sistemi di protezione acustica, ovvero alla parte di essi risultante inidonea.

L'esito delle prove farà fede a tutti gli effetti.

In ogni caso, i materiali rifiutati dovranno essere immediatamente allontanati dal cantiere e riciclati o smaltiti a cura e spese dell'Appaltatore.

Le **prestazioni complessive dei sistemi di protezione acustica** saranno verificate con riferimento al parametro "*Insertion Loss*", con le modalità specificate nelle Istruzioni Tecniche.

Per l'Appaltatore, il riscontro di un mancato raggiungimento degli obiettivi di mitigazione comporta l'onere di revisione del progetto acustico e di revisione/integrazione dell'intervento effettuato, entro un termine di tempo che verrà stabilito dalla **Direzione Lavori**.

5.16 Collaudo

Il **Collaudatore**, alla fine dei lavori di realizzazione delle opere, dovrà procedere al **collaudo** del sistema di protezione acustica, allo scopo di accertarne la rispondenza alle indicazioni progettuali. Nel dettaglio, le attività di collaudo sono distinte nelle due tipologie di verifiche di seguito riportate, che devono essere attuate in sequenza:

- i. **il Collaudo tecnico amministrativo**, che consiste nella verifica puntuale della rispondenza tra opere realizzate ed opere progettate, con particolare riferimento alle caratteristiche geometriche e dimensionali delle opere, alle caratteristiche strutturali, a quelle acustiche dei singoli componenti e, quindi, del sistema nel suo complesso, oltre che della rispondenza dei valori indicati nelle dichiarazioni di prestazione (attestazione di Marcatura CE) e nel dossier di Prodotto;
- ii. la **verifica dell'avenuta mitigazione acustica**, da attuare attraverso l'esecuzione di rilevazioni fonometriche in corrispondenza di punti di misura significativi.

La non rispondenza di una o più delle verifiche di cui al punto i. non consente l'esecuzione delle verifiche di cui al punto ii. ciò, in quanto, tali non rispondenze sono da imputarsi ad errori di esecuzione e, di conseguenza, rendono non collaudabile e liquidabile il lavoro.

5.16.1 Collaudo delle caratteristiche non acustiche

Vengono di seguito descritte le modalità di collaudo delle caratteristiche geometriche, dimensionali e strutturali delle barriere antirumore.

Le prove richieste dal Collaudatore saranno a carico dell'Appaltatore del sistema antirumore.

La parte integrante del collaudo delle suddette caratteristiche è rappresentata dalla verifica puntuale dei seguenti documenti, che dovranno essere consegnati dall'Impresa alla Direzione Lavori al termine di tutte le lavorazioni:

- Elaborati costruttivi finali dell'opera (*As Built*)
- Dichiarazione di prestazione (attestazione di Marcatura CE)

- Rapporti di prova
- Manuale di installazione
- Manuale di manutenzione

Il collaudo delle caratteristiche non acustiche del sistema antirumore consiste nello svolgimento delle seguenti attività:

- verifica delle **caratteristiche geometriche e dimensionali**;
- verifica delle **caratteristiche strutturali** (anche mediante l'esecuzione di prove di carico di reazione al fuoco o altro);
- verifica del corretto **serraggio di tirafondi e bulloni**.

Qualora caratteristiche dell'opera realizzata non rispondano alle specifiche di progetto, l'opera dovrà essere adeguata e resa conforme alle specifiche progettuali, secondo le prescrizioni del Collaudatore. Il Collaudatore, dopo aver concluso le suddette attività (descritte in dettaglio nei successivi Paragrafi) e verificato il rispetto di quanto eventualmente richiesto, provvederà quindi al rilascio del relativo Certificato di collaudo.

5.16.2 Collaudo delle caratteristiche acustiche

Il collaudo funzionale delle caratteristiche acustiche, sia intrinseche che estrinseche, oltre che di quelle relative alla verifica dell'avvenuta mitigazione deve essere effettuato attraverso le due fasi successive che vengono di seguito riportate:

- **Collaudo dell'opera realizzata**, che consiste nell'analisi della documentazione tecnica (relazioni di progetto, certificati di attestazione delle caratteristiche dei materiali, ecc.), oltre che nella verifica, anche per ispezione visiva, dei componenti del sistema antirumore (assenza di fessure, corretto inserimento di guarnizioni, sigillanti, ecc.);
- **Collaudo funzionale**, che consiste nella:
 - **verifica delle caratteristiche acustiche estrinseche** del sistema antirumore (*Insertion Loss*);
 - **verifica delle caratteristiche acustiche intrinseche** del sistema antirumore (fonoisolamento e fonoassorbimento in situ);
 - **verifica dell'avvenuta mitigazione dei livelli sonori** in corrispondenza dei Punti di Controllo (così come previsto nelle indicazioni progettuali e nelle previsioni di stima del clima acustico *post-operam* presenti in progetto, accettate/revisionate a cura dell'appaltatore), nonché di alcuni ricettori.

Nel caso di strade esistenti.

- La verifica delle caratteristiche acustiche estrinseche della barriera consiste nella effettuazione dei rilievi fonometrici *post-operam* presso punti di misura significativi (Punti di Controllo, Punti di Riferimento e ricettori).
- I valori di *Insertion Loss* della barriera sono ottenuti come differenza tra i livelli sonori rilevati nella fase *post-operam* e quelli misurati nell’*ante-operam*, in corrispondenza delle stesse postazioni di misura. Il confronto dei valori rilevati con i limiti di immissione acustica previsti dalla legislazione consente di accertare l’avvenuta mitigazione.

Per le strade di nuova realizzazione.

- I rilievi fonometrici *ante-operam*, eseguiti in fase di progetto per la valutazione del clima acustico in prossimità dei ricettori interessati dalla presenza del nuovo tracciato, consentono attraverso un modello di calcolo previsionale, la simulazione del clima acustico *post-operam* (sulla base dei dati di traffico previsti per la strada di progetto).
- Le misure *post-operam* verificano che gli interventi realizzati abbiano conseguito la mitigazione prevista.
- Il rispetto delle caratteristiche acustiche estrinseche assicura il corretto funzionamento della barriera, ma non esime l’Impresa dall’effettuare il collaudo delle caratteristiche acustiche intrinseche.

Il collaudo si considera superato se le verifiche effettuate confermano l’effettivo conseguimento della mitigazione prevista ai ricettori, con riferimento alla modellazione del clima acustico *post-operam*.

Il dettaglio delle operazioni di verifica e di calcolo da eseguire in fase di collaudo è riportato nelle Istruzioni Tecniche.

5.17 Manutenzione

I sistemi antirumore devono essere dotati di un **Piano di Manutenzione**, così come previsto dalle Norme UNI/TR 11338. Tale Piano, che costituisce parte integrante del Progetto Esecutivo, deve prevedere, pianificare e programmare le attività di manutenzione delle opere di protezione acustica, allo scopo di mantenerne nel tempo la funzionalità, le caratteristiche di qualità, l’efficienza ed il valore economico.

5.17.1 Contenuti ed articolazione del Piano di Manutenzione

Nel Rispetto di quanto prescritto nel vigente Codice degli Appalti e nel relativo Regolamento attuativo, il **Piano di Manutenzione** è costituito dai seguenti **documenti operativi**:

- **Manuale d'uso**, che riporta i metodi di ispezione da utilizzare allo scopo di individuare i possibili guasti che possono influenzare la durabilità del bene, la cui risoluzione consente di garantire l'allungamento della vita utile del sistema antirumore ed il mantenimento del valore patrimoniale dello stesso;
- **Manuale di manutenzione**, che costituisce lo strumento in grado di gestire un contratto di manutenzione ordinaria e l'eventuale ricorso ai centri di assistenza o di servizio;
- **Programma di manutenzione**, che definisce e programma gli interventi necessari a garantire la funzionalità, la durabilità ed il corretto esercizio del manufatto, nonché la frequenza, gli oneri e le strategie di attuazione degli interventi da realizzare nel medio e nel lungo periodo; in particolare, tale programma deve essere definito in funzione delle prestazioni attese (per classe di requisito), dei controlli da eseguire nei successivi momenti del ciclo di vita dell'opera (dinamica delle prestazioni), oltre che dell'organizzazione temporale degli interventi di manutenzione da realizzare.

Già nelle fasi di esecuzione delle scelte progettuali e costruttive, si dovrà tener conto dell'esigenza di minimizzare gli interventi di manutenzione sulle opere realizzate.

A tale proposito, è opportuno che la realizzazione del sistema antirumore sia tale da garantire che, dopo il suo collaudo, durante la **Vita di Servizio dell'opera** (che viene considerata al **minimo pari a 10 anni**) non debbano di norma venire eseguiti importanti lavori di manutenzione, escludendo i lavori dovuti a cause accidentali, nonché gli interventi di pulizia ordinaria e di eventuale rimozione dei graffiti.

L'Appaltatore, in caso di esito negativo dei controlli, sarà chiamato a sostituire gli elementi divenuti inadeguati, per tutto il periodo sopra fissato, e comunque a rispondere nei confronti della stazione appaltante nei termini previsti dalle Norme Generali.

Lo stesso Appaltatore si dovrà quindi impegnare a fornire, per i suddetti anni, elementi uguali a quelli messi in opera, oppure a sostituirli con elementi aventi almeno pari prestazioni e tali da non compromettere l'estetica dell'opera realizzata.

Nei successivi paragrafi, distinti tra elementi acustici e strutturali, sono riportati (a titolo indicativo e non esaustivo) gli interventi di manutenzione da prevedere per le principali categorie di materiali che costituiscono i sistemi antirumore.

5.17.2 Manutenzione degli elementi acustici

Vengono di seguito riportate le attività di controllo e gli interventi per la manutenzione degli elementi acustici che costituiscono il sistema antirumore, con l'indicazione della frequenza con le quali devono essere attuate. Tale elenco è da considerarsi minimo, ma non esaustivo.

I controlli devono essere eseguiti con riferimento ai differenti possibili materiali con i quali sono realizzati i sistemi di protezione acustica.

Le attività di controllo saranno tutte effettuate dal Committente. L’esecuzione degli eventuali interventi di manutenzione sarà a carico, rispettivamente, dell’Appaltatore (Tabella 23) e di Committente (Tabella 24). L’Appaltatore risponderà nei termini previsti nelle Norme Generali, in caso di mancata esecuzione degli interventi di manutenzione che si renderanno necessari a seguito dei controlli periodici.

| Attività di controllo | Frequenza | Intervento di manutenzione |
|--|------------------|--|
| Ispezione dell’integrità dei pannelli dovuta a deformazioni del pannello o dei suoi componenti | 1 anno | Sostituzione del pannello o di un suo componente in caso di danneggiamento grave |
| Verifica distacchi copriferro sulla porzione strutturale / fessurazioni sulla porzione strutturale / rotture localizzate | 5 anni | Trattamento ferri di armatura e/o ricostituzione/sostituzione della parte ammalorata |
| Controllo dell’ortogonalità dei pannelli mediante livella torica | 1 anno | Livellamento o smontaggio e rimontaggio pannello e/o montanti |
| Controllo caratteristiche acustiche eseguita da tecnici competenti in acustica e/o misure acustiche | 5 anni | Sostituzione del pannello in caso di degrado superiore alle previste caratteristiche acustiche di durabilità |
| Controllo dello stato della verniciatura e/o zincatura | 3 anni | Ripristino verniciatura e/o zincatura |
| Controllo della tenuta delle guarnizioni | 3 anni | Sostituzione delle guarnizioni in caso di difetti |
| Controllo del pannello fonoassorbente interno | 3 anni | Sostituzione del pannello fonoassorbente |
| Ispezione per valutare l’integrità ed il corretto posizionamento del diffrattore | 1 anno | Sostituzione della scossalina o del diffrattore in caso di danneggiamento grave |

| | | |
|---|--------|--|
| Controllo del grado di ingiallimento e/o opacizzazione dei pannelli trasparenti | 5 anni | Sostituzione del pannello nel caso di perdita di trasparenza |
|---|--------|--|

Tabella 23: Interventi di manutenzione da eseguire a carico dell’Appaltatore.

| Attività di controllo | Frequenza | Intervento di manutenzione |
|--|-----------|---|
| Ispezione dell’integrità dei pannelli dovuta a danni esterni (graffi, bruciature, ecc.) | 1 anno | Sostituzione del pannello in caso di danneggiamento grave |
| Ispezione della pulizia del pannello | 1 anno | Idropulizia con getti di pressione adeguata, trattamento con prodotti specifici per la rimozione graffiti |
| Ispezione per valutare la presenza ed il serraggio di bulloni o parti divenute sporgenti | 2 anni | Riposizionamento degli elementi nella loro posizione originale / serraggio bulloni |

Tabella 24: Interventi di manutenzione da eseguire a carico del Committente

5.17.3 Manutenzione degli elementi strutturali in acciaio

La **corrosione** delle parti metalliche è un fenomeno particolarmente accentuato in ambito stradale. Le normali condizioni invernali in gran parte del territorio (nebbie, umidità, cicli di gelo-disgelo) e gli stessi sali utilizzati come disgelanti sulle pavimentazioni, hanno azioni chimiche aggressive sui metalli.

Sulle strade, inoltre, sono presenti contatti fra materiali aventi differente potenziale elettrico e diversa resistenza alla corrosione; ne segue spesso un “effetto pila”, che induce ulteriori fenomeni di corrosione.

Per garantire agli elementi metallici una lunga durata ed una buona garanzia di conservazione delle prestazioni meccaniche le azioni più utilizzate sono zincatura e verniciatura.

È importante quindi nelle operazioni di manutenzione valutare le condizioni degli elementi metallici ed ogni segnale di usura, corrosione o danni agli strati protettivi.

Per le barriere acustiche in particolare il montante non deve mostrare segni di impatto o di deformazione. In caso contrario, occorre procedere alla sua sostituzione. La rimozione e la

sostituzione di un montante è un’operazione impegnativa, che richiede l’utilizzo di mezzi meccanici e impatta sull’esercizio dell’infrastruttura stradale.

Le attività di ispezione e controllo saranno effettuate mentre gli eventuali interventi correttivi sugli elementi strutturali in acciaio e del sistema antirumore dovranno essere eseguiti sia dall’Appaltatore (Tabella seguente) che da Committente (Tabella successiva).

| Attività di controllo | Frequenza | Intervento di manutenzione | Soluzione a cura di |
|--|------------------|--|----------------------------|
| Ispezione dell’integrità delle parti strutturali | 1 anno | Sostituzione della parte in caso di danneggiamento grave | Appaltatore |
| Controllo dell’ortogonalità del telaio mediante livella torica | 1 anno | Livellamento o smontaggio e rimontaggio del montante | Appaltatore |
| Valutazione dello stato di corrosione | 5 anni | Sostituzione del montante in caso di pericolo di staticità | Appaltatore |

Tabella 26: Interventi di manutenzione da eseguire a carico dell’Appaltatore.

| Attività di controllo | Frequenza | Intervento di manutenzione | Soluzione a cura di |
|---|------------------|---|----------------------------|
| Presenza di graffiti | trimestrale | Rimozione secondo le modalità previste dal presente Capitolato, dalle schede tecniche del fornitore di pitture e dai prezziari di riferimento ANAS 2017 | Committente |
| Ispezione della pulizia dei montanti | 1 anno | Sciacquare con acqua evitando getti con pressione eccessiva, trattamento con prodotti specifici per la rimozione graffiti | Committente |
| Verifica mantenimento delle coppie di serraggio nei collegamenti bullonati delle parti strutturali portanti (es. tirafondi) | 5 anni | Ripristino del corretto serraggio | Committente |

Tabella 27: Interventi di manutenzione da eseguire a carico di Committente.

5.17.4 Manutenzione degli accessori metallici

È importante controllare la condizione di tutti gli elementi metallici; in caso di danni o lacune, la relativa sostituzione di tali elementi è a carico dell'Appaltatore.

Per quanto riguarda la sostituzione di piccoli elementi metallici, quali **viti e chiodi, bulloneria in genere**, sono ammessi esclusivamente componenti in acciaio inossidabile.

Le **scossaline** devono essere realizzate in acciaio al carbonio di prima scelta, zincato e preverniciato con vernice al poliestere; inoltre, devono essere collegate mediante rivetti o chiodi sempre in acciaio inox.

Qualora siano presenti **bulloni non dotati di un controdado**, è importante verificare che gli sforzi di fatica, dovuti allo spostamento d'aria generato dal passaggio del traffico veicolare, non possano creare un allentamento, facendo diminuire la coppia di serraggio del dado applicato al tirafondo.

A tale proposito, la Direzione Lavori stabilirà numero e collocazione dei bulloni che saranno marcati con una linea di vernice indelebile, volta ad evidenziare un eventuale allentamento.

Si evidenzia, comunque, che in ogni caso **controlli con chiave dinamometrica** saranno eseguiti periodicamente da parte del Committente (**almeno ogni 5 anni**), allo scopo di controllare lo stato del fissaggio dell'opera al manufatto.

5.17.5 Ripristino dei danni da vandalismo

Nel **Piano di Manutenzione** sopra citato dovrà essere inclusa l'adozione di un **programma di ripristino** dei sistemi di protezione acustica posti in opera che saranno eventualmente oggetto di specificati atti di **vandalismo**.

5.18 Appendice

5.18.1 Schema di Dichiarazione di Prestazione (Regolamento UE 305/2011)

| | | | |
|----------|----|--|---------|
| 4.4.2011 | IT | Gazzetta ufficiale dell'Unione europea | L 88/37 |
|----------|----|--|---------|

ALLEGATO III

DICHIARAZIONE DI PRESTAZIONE

n.

1. Codice di identificazione unico del prodotto-tipo:
2. Numero di tipo, lotto, serie o qualsiasi altro elemento che consenta l'identificazione del prodotto da costruzione ai sensi dell'articolo 11, paragrafo 4:
.....
3. Uso o usi previsti del prodotto da costruzione, conformemente alla relativa specifica tecnica armonizzata, come previsto dal fabbricante:
.....
.....
4. Nome, denominazione commerciale registrata o marchio registrato e indirizzo del fabbricante ai sensi dell'articolo 11, paragrafo 5:
.....
.....
5. Se opportuno, nome e indirizzo del mandatario il cui mandato copre i compiti cui all'articolo 12, paragrafo 2:
.....
.....
6. Sistema o sistemi di valutazione e verifica della costanza della prestazione del prodotto da costruzione di cui all'allegato V:
.....
.....
7. Nel caso di una dichiarazione di prestazione relativa ad un prodotto da costruzione che rientra nell'ambito di applicazione di una norma armonizzata:
.....
(nome e numero di identificazione dell'organismo notificato, se pertinente)
ha effettuatosecondo il sistema
(descrizione dei compiti di parte terza di cui all'allegato V)
e ha rilasciato
(certificato di costanza della prestazione, certificato di conformità del controllo della produzione in fabbrica, relazioni di prova/calcolo — a seconda dei casi)
8. Nel caso di una dichiarazione di prestazione relativa ad un prodotto da costruzione per il quale è stata rilasciata una valutazione tecnica europea:
.....
(nome e numero di identificazione dell'organismo di valutazione tecnica, se pertinente)
ha rilasciato
(numero di riferimento della valutazione tecnica europea)
in base a
(numero di riferimento del documento per la valutazione europea)

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL’ASTICO

L 88/38

IT

Gazzetta ufficiale dell'Unione europea

4.4.2011

effettuatasecondo il sistema
(descrizione dei compiti di parte terza di cui all'allegato V)

e ha rilasciato
(certificato di costanza della prestazione, certificato di conformità del controllo della produzione in fabbrica, relazioni di prova/calcolo — a seconda dei casi)

9. Prestazione dichiarata

Note relative alla tabella:

1. La colonna 1 contiene l'elenco delle caratteristiche essenziali definite dalle specifiche tecniche armonizzate per l'uso o gli usi previsti di cui al punto 3;
2. Per ciascuna caratteristica elencata nella colonna 1 e conformemente ai requisiti di cui all'articolo 6, la colonna 2 contiene la prestazione dichiarata, espressa in termini di livello, classe o mediante una descrizione, in relazione alle caratteristiche essenziali corrispondenti. Le lettere «NPD» (nessuna prestazione determinata) ove non sia dichiarata alcuna prestazione;
3. Per ciascuna caratteristica essenziale elencata nella colonna 1 la colonna 3 contiene:
 - a) il riferimento datato della norma armonizzata corrispondente e, se pertinente, il numero di riferimento della documentazione tecnica specifica o della documentazione tecnica appropriata utilizzata;oppure
 - b) il riferimento datato del documento per la valutazione europea corrispondente, se disponibile, ed il numero di riferimento della valutazione tecnica europea utilizzata;

| Caratteristiche essenziali (cfr nota 1) | Prestazione (cfr. nota 2) | Specifiche tecniche armonizzate (cfr. nota 3) |
|--|------------------------------|--|
| | | |
| | | |
| | | |

Qualora sia stata usata la documentazione tecnica specifica, ai sensi dell'articolo 37 o 38, i requisiti cui il prodotto risponde:

.....
.....

10. La prestazione del prodotto di cui ai punti 1 e 2 è conforme alla prestazione dichiarata di cui al punto 9.

Si rilascia la presente dichiarazione di prestazione sotto la responsabilità esclusiva del fabbricante di cui al punto 4.

Firmato a nome e per conto di:

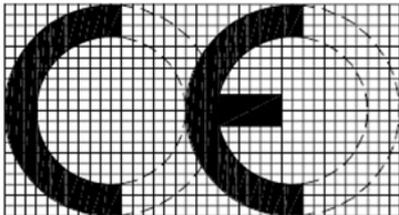
.....
(nome e funzioni)

.....
(luogo e data del rilascio) (firma)

5.18.2 Esempio di marcatura CE per barriera acustica

| | |
|---|--|
|  01234 | |
| AnyCo Ltd, PO Box 21, B-1050 | |
| 05 | |
| EN 14388:2005 | |
| Barriera per la riduzione del rumore da traffico stradale: Tipo Tutti i rumori, elemento acustico tipo F lunghezza 4 m, tipo palo P, disegni Ag1320, 12 Maggio 2000 e 1322...1326, 17 Maggio 2000 | |
| Peso proprio di un elemento acustico asciutto e bagnato ridotto: | |
| Peso asciutto | 0,70 kN |
| Peso bagnato ridotto | 0,92 kN |
| Resistenza ai carichi | |
| Massimo carico verticale sopportabile da un elemento | 150 kN/m |
| Massimo carico perpendicolare (90°) sopportabile da un elemento acustico (causato da vento e carico statico): | 1,2 kN/m ² |
| Carico perpendicolare (90°) sopportabile da un elemento strutturale (causato da vento, carico statico esterno e peso proprio): | |
| Altezza della barriera 3 m | 5,2 kN/m |
| Altezza della barriera 4 m | 4,4 kN/m |
| Momento torcente a livello del suolo sopportabile da un elemento strutturale (carico dinamico causato dalla pulizia della neve): | |
| | 15 kNm |
| Carico perpendicolare (90°) sopportabile da un elemento (carico dinamico causato dalla pulizia della neve): | |
| | 14 kN / 2 m × 2 m |
| Assorbimento acustico: DL_g | 11 dB |
| Isolamento acustico per via aerea: DL_R | 27 dB |
| Riflessione della luce: | NPD |
| Pericolo di caduta di frammenti: | classe 3 |
| Durabilità prevista delle caratteristiche acustiche | |
| Modifica nell'indice di riflessione sonora DLRI dopo (5, 10, 15 e 20 anni). | |
| In tipiche classi di esposizione | -3, -5, -5, -6 dB |
| In condizione climatica 4K3 | -3, -5, -6, -8 dB |
| Modifica nell'indice dell'isolamento acustico per via aerea DL_{G1} dopo (5, 10, 15 e 20 anni): | |
| In tipiche classi di esposizione | 0, 0, 0, -2 dB |
| In condizione climatica 4K3 | -1, -2, -2, -3 dB |
| Durabilità prevista delle caratteristiche non acustiche | |
| | Vita utile: 30 anni |
| Sostanze pericolose | Arsenico, Mercurio < 'x' ppm |

5.18.3 Esempio di marcatura CE per barriera di sicurezza

| |
|---|
|  |
| 01234 |
| Any Co Ltd, PO Box 21, B-1050 07 01234-CPD-00234 |
| EN 1317-5:2007 Prodotto Conicbarrier, tipo C (doc. 334; maggio 2002), barriera di sicurezza mediana a due lati da utilizzare in aree soggette a circolazione |
| Prestazione in caso d'urto: a) Livello di contenimento: H1 e H2 b) Severità dell'urto: A c) Deflessione dinamica: H1 = 1,1 m (W4) H2 = 1,9 m (W6) d) Deflessione dinamica: H1 = 0,5 m H2 = 1,3 m |
| Durabilità: S 235 JR G2 zincato in conformità alla EN ISO 1461 |
| Sostanza pericolosa: NPD |

6 SPECIFICHE TECNICHE OPERE CIVILI EDIFICI

6.1 Condizioni - Norme E Prescrizioni Per L'accettazione, L'impiego, La Qualità, La Provenienza Dei Materiali

6.1.1 Norme Generali Per L'accettazione, Qualità Ed Impiego Dei Materiali

I materiali tutti dovranno corrispondere perfettamente alle prescrizioni di Legge e del presente Capitolato; essi dovranno essere della migliore qualità e perfettamente lavorati.

Le caratteristiche dei materiali da impiegare dovranno corrispondere alle prescrizioni degli articoli ed alle relative voci dell'Elenco Prezzi facente parte integrante del Progetto Definitivo.

La Direzione Lavori avrà facoltà di rifiutare in qualunque tempo i materiali che fossero deperiti dopo l'introduzione nel cantiere, o che, per qualsiasi causa, non fossero conformi alle condizioni del contratto; l'Appaltatore dovrà rimuoverli dal cantiere e sostituirli con altri a sue spese.

Ove l'Appaltatore non effettui la rimozione nel terreno prescritto dalla Direzione Lavori, la Stazione appaltante potrà provvedervi direttamente a spese dell'Appaltatore, a carico del quale resterà anche qualsiasi danno derivante dalla rimozione eseguita d'ufficio.

Qualora si accertasse che i materiali accettati e già posti in opera fossero di cattiva qualità si procederà come disposto del Capitolato Generale d'Appalto.

Nel caso di prodotti industriali, la rispondenza a questo Capitolato può risultare da un attestato di conformità rilasciato dal produttore e comprovato da idonea documentazione e/o certificazione.

Queste prescrizioni non potranno in ogni caso pregiudicare i diritti della Stazione appaltante nella collaudazione finale.

6.1.2 Norme Generali Per La Provvista Dei Materiali

L'Appaltatore assume, con la firma del contratto d'appalto, l'obbligo di provvedere tempestivamente tutti i materiali occorrenti per l'esecuzione di lavori compresi nell'appalto, e comunque ordinati dalla Direzione Lavori, quali che possano essere le difficoltà di approvvigionamento.

L'Appaltatore dovrà dare notizia alla Direzione Lavori della provenienza dei materiali e delle eventuali successive modifiche della provenienza stessa volta per volta, se ciò richiesto dalla Direzione Lavori.

Qualora l'Appaltatore di sua iniziativa impiegasse materiali di dimensioni eccedenti le prescritte, o di caratteristiche migliori, o di più accurata lavorazione, ciò non gli darà diritto ad aumenti di prezzo.

L'Appaltatore resta obbligato a prestarsi in ogni tempo alle prove dei materiali impiegati, o da impiegare, sottostando a tutte le spese per il prelievo, la formazione e l'invio dei campioni presso i lavoratori ufficiali, nonché per le corrispondenti prove ed esami.

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

I risultati così ottenuti saranno i soli riconosciuti validi dalle parti ed ad essi esclusivamente si farà riferimento a tutti gli effetti del presente appalto.

Ogni materiale in fornitura per il quale è richiesta una caratteristica di resistenza e/o reazione al fuoco, va accompagnato dalla relativa Certificazione e/o Omologazione del Ministero dell'Interno in originale o copia conforme nonché dalla copia della bolla di fornitura. La Certificazione e/o Omologazione dovrà corrispondere alle effettive condizioni di impiego del materiale anche in relazione alle possibili fonti di innesco.

6.1.3 Materiali In Genere

Quale regola generale si intende che i materiali, i prodotti ed i componenti occorrenti per la costruzione delle opere, proverranno da ditte fornitrici o da cave e località che l'Appaltatore riterrà di sua convenienza, purché, ad insindacabile giudizio della Direzione dei Lavori, rispondano alle caratteristiche/prestazioni di cui ai seguenti articoli.

I materiali e i componenti devono corrispondere alle prescrizioni di legge e del presente Capitolato Speciale; essi dovranno essere della migliore qualità e perfettamente lavorati, e possono essere messi in opera solamente dopo l'accettazione della Direzione dei Lavori.

Resta sempre all'Impresa la piena responsabilità circa i materiali adoperati o forniti durante l'esecuzione dei lavori, essendo essa tenuta a controllare che tutti i materiali corrispondano alle caratteristiche prescritte e a quelle dei campioni esaminati, o fatti esaminare, dalla Direzione dei Lavori.

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

Anche dopo l'accettazione e la posa in opera dei materiali e dei componenti da parte dell'Appaltatore, restano fermi i diritti e i poteri della Stazione Appaltante in sede di collaudo.

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

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

Gli accertamenti di laboratorio e le verifiche tecniche obbligatorie, ovvero specificamente previsti dal capitolato speciale d'appalto, sono disposti dalla Direzione dei Lavori o dall'organo di collaudo, imputando la spesa a carico delle somme a disposizione accantonate a tale titolo nel quadro economico. Per le stesse prove la Direzione dei Lavori provvede al prelievo del relativo campione ed alla redazione di apposito verbale di prelievo; la certificazione effettuata dal laboratorio prove materiali riporta espresso riferimento a tale verbale.

La Direzione dei Lavori o l'organo di collaudo possono disporre ulteriori prove ed analisi ancorché non prescritte nel presente Capitolato ma ritenute necessarie per stabilire l'idoneità dei materiali o dei componenti. Le relative spese sono poste a carico dell'Appaltatore.

Per quanto non espresso nel presente Capitolato Speciale, relativamente all'accettazione, qualità e impiego dei materiali, alla loro provvista, il luogo della loro provenienza e l'eventuale sostituzione di quest'ultimo, si applicano le disposizioni dell'art. 101 comma 3 del D.Lgs. n. 50/2016 e s.m.i. e gli articoli 16, 17, 18 e 19 del Capitolato Generale d'Appalto D.M. 145/2000 e s.m.i.

L'appalto non prevede categorie di prodotti ottenibili con materiale riciclato, tra quelle elencate nell'apposito decreto ministeriale emanato ai sensi dell'art. 2, comma 1 lettera d) del D.M. dell'ambiente n. 203/2003 e s.m.i..

6.1.4 Acqua, Calci, Cementi Ed Agglomerati Cementizi, Gesso, Bitumi

a) Acqua

L'acqua per l'impasto con leganti idraulici dovrà essere limpida, priva di grassi o sostanze organiche e priva di sali (particolarmente solfati e cloruri) in percentuali dannose e non essere aggressiva per il conglomerato risultante.

b) Cementi e agglomerati cementizi

- 1) Devono impiegarsi esclusivamente i cementi previsti dalle disposizioni vigenti in materia (legge 26 maggio 1965 n. 595 e norme armonizzate della serie EN 197), dotati di attestato di conformità ai sensi delle norme UNI EN 197-1 e UNI EN 197-2.
- 2) A norma di quanto previsto dal Decreto 12 luglio 1999, n. 314 (Regolamento recante norme per il rilascio dell'attestato di conformità per i cementi), i cementi di cui all'art. 1 lettera A) della legge 595/65 (e cioè cementi normali e ad alta resistenza portland, pozzolanico e d'altoforno), se utilizzati per confezionare il conglomerato cementizio normale, armato e precompresso, devono essere certificati presso i laboratori di cui all'art. 6 della legge 595/65 e all'art. 59 del D.P.R. 380/2001 e s.m.i. Per i cementi di importazione, la procedura di controllo e di certificazione potrà essere svolta nei luoghi di produzione da analoghi laboratori esteri di analisi.
- 3) I cementi e gli agglomerati cementizi dovranno essere conservati in magazzini coperti, ben riparati dall'umidità e da altri agenti capaci di degradarli prima dell'impiego.

c) Gesso

Il gesso dovrà essere di recente cottura, perfettamente asciutto, di fine macinazione in modo da non lasciare residui sullo staccio di 56 maglie a centimetro quadrato, scevro da materie eterogenee e senza parti alterate per estinzione spontanea. Il gesso dovrà essere conservato in locali coperti, ben riparati dall'umidità e da agenti degradanti. Per l'accettazione valgono i criteri generali dell'articolo "*Norme Generali - Accettazione Qualità ed Impiego dei Materiali*" e le condizioni di accettazione stabilite dalle norme vigenti.

d) Sabbie

Le sabbie dovranno essere assolutamente prive di terra, materie organiche o altre materie nocive, essere di tipo siliceo (o in subordine quarzoso, granitico o calcareo), avere grana omogenea, e provenire da rocce con elevata resistenza alla compressione. Sottoposta alla prova di decantazione in acqua, la perdita in peso della sabbia non dovrà superare il 2%.

La sabbia utilizzata per le murature, per gli intonaci, le stuccature, le murature a faccia vista e per i conglomerati cementizi dovrà essere conforme a quanto previsto dal D.M. 14 gennaio 2008 e dalle relative norme vigenti.

La granulometria dovrà essere adeguata alla destinazione del getto ed alle condizioni di posa in opera. E' assolutamente vietato l'uso di sabbia marina.

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

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

Per quanto non espressamente contemplato, si rinvia alla seguente normativa tecnica: - UNI EN 197 - UNI EN ISO 7027-1 - UNI EN 413 - UNI 9156 - UNI 9606.

Tutti i prodotti e/o materiali di cui al presente paragrafo, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

6.1.5 Materiali Inerti Per Conglomerati Cementizi E Per Malte

1) Tutti gli inerti da impiegare nella formazione degli impasti destinati alla esecuzione di opere in conglomerato cementizio devono corrispondere alle condizioni di accettazione stabilite dalle norme vigenti in materia.

2) La sabbia per malte dovrà essere priva di sostanze organiche, terrose o argillose, ed avere dimensione massima dei grani di 2 mm per murature in genere, di 1 mm per gli intonaci e murature di paramento o in pietra da taglio.

Per quanto non espressamente contemplato, si rinvia alla seguente normativa tecnica: UNI EN 480 (additivi per malta e malta per iniezione).

Tutti i prodotti e/o materiali di cui al presente paragrafo, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

6.1.6 Elementi Di Laterizio E Calcestruzzo

Gli elementi resistenti artificiali da impiegare nelle murature (elementi in laterizio e blocchi in calcestruzzo) possono essere costituiti di laterizio normale o alleggerito, e calcestruzzo alleggerito.

Nel caso di murature non portanti le prescrizioni del D.M. 14 gennaio 2008 possono costituire utile riferimento, insieme a quelle della norma UNI EN 771.

Tutti i prodotti e/o materiali di cui al presente paragrafo, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

È facoltà della Direzione dei Lavori richiedere un controllo di accettazione, avente lo scopo di accertare se gli elementi da mettere in opera abbiano le caratteristiche dichiarate dal produttore.

6.1.7 Armature Per Calcestruzzo

1. Gli acciai per l'armatura del calcestruzzo normale devono rispondere alle prescrizioni contenute nel vigente DM 14 gennaio 2008 ai punti 11.3.2.1 e 11.3.2.2e e s.m.i..

2. È fatto divieto di impiegare acciai non qualificati all’origine.

6.1.8 *Prodotti Di Pietre Naturali O Ricostruite*

1. La terminologia utilizzata ha il significato di seguito riportato, le denominazioni commerciali devono essere riferite a campioni, atlanti, ecc.

- *Marmo* (termine commerciale): roccia cristallina, compatta, lucidabile, da decorazione e da costruzione, prevalentemente costituita da minerali di durezza Mohs da 3 a 4 (quali calcite, dolomite, serpentino).

Nota: A questa categoria appartengono:

- i marmi propriamente detti (calcari metamorfici ricristallizzati), i calcefiri ed i cipollini;
- i calcari, le dolomie e le brecce calcaree lucidabili;
- gli alabastri calcarei;
- le serpentiniti;
- oficalciti.

- *Granito* (termine commerciale): roccia fanero-cristallina, compatta, lucidabile, da decorazione e da costruzione, prevalentemente costituita da minerali di durezza Mohs da 6 a 7 (quali quarzo, felspati, felspatoidi).

Nota: A questa categoria appartengono:

- i graniti propriamente detti (rocce magmatiche intrusive acide fanero-cristalline, costituite da quarzo, felspati sodico-potassici emiche);
- altre rocce magmatiche intrusive (dioriti, granodioriti, sieniti, gabbri, ecc.);
- le corrispettive rocce magmatiche effusive, a struttura porfirica;
- alcune rocce metamorfiche di analoga composizione come gneiss e serizzi.

- *Travertino*: roccia calcarea sedimentaria di deposito chimico con caratteristica strutturale vacuolare, da decorazione e da costruzione; alcune varietà sono lucidabili.

- *Pietra* (termine commerciale): roccia da costruzione e/o da decorazione, di norma non lucidabile.

Nota: A questa categoria appartengono rocce di composizione mineralogica svariata, non inseribili in alcuna classificazione. Esse sono riconducibili ad uno dei due gruppi seguenti:

– rocce tenere e/o poco compatte;

– rocce dure e/o compatte.

Esempi di pietre del primo gruppo sono: varie rocce sedimentarie (calcareniti, arenarie a cemento calcareo, ecc.), varie rocce piroclastiche (peperini, tufi, ecc.); al secondo gruppo appartengono le pietre a spacco naturale (quarziti, micascisti, gneiss lastroidi, ardesie, ecc.), e talune vulcaniti (basalti, trachiti, leucititi, ecc.).

Per gli altri termini usati per definire il prodotto in base alle norme, dimensioni, tecniche di lavorazione ed alla conformazione geometrica, vale quanto riportato nella norma UNI EN 12670 - 2003 (“Edilizia. Prodotti lapidei. Terminologia e classificazione”).

2. I prodotti di cui sopra devono rispondere a quanto segue:

a) appartenere alla denominazione commerciale e/o petrografica indicata nel progetto oppure avere origine dal bacino di estrazione o zona geografica richiesta nonché essere conformi ad eventuali campioni di riferimento ed essere esenti da crepe, discontinuità, ecc. che riducono la resistenza o la funzione;

b) avere lavorazione superficiale e/o finiture indicate nel progetto e/o rispondere ai campioni di riferimento; avere le dimensioni nominali concordate e le relative tolleranze;

c) delle seguenti caratteristiche il fornitore dichiarerà i valori medi (ed i valori minimi e/o la dispersione percentuale):

– massa volumica reale ed apparente;

– coefficiente di imbibizione della massa secca iniziale;

– resistenza a compressione;

– resistenza a flessione;

– resistenza all’abrasione;

–

d) per le prescrizioni complementari da considerare in relazione alla destinazione d’uso (strutturale per murature, pavimentazioni, coperture, ecc.) si rinvia agli appositi paragrafi del presente capitolato ed alle eventuali prescrizioni di progetto.

I valori dichiarati saranno accettati dalla Direzione dei Lavori anche in base ai criteri generali di cui al paragrafo 1.1.3 del presente capitolato.

6.1.9 *Prodotti Per Pavimentazione*

1 - Si definiscono prodotti per pavimentazione quelli utilizzati per realizzare lo strato di rivestimento dell'intero sistema di pavimentazione.

Per la realizzazione del sistema di pavimentazione si rinvia al paragrafo 1.2.3.7 sulla esecuzione delle pavimentazioni.

I prodotti vengono di seguito considerati al momento della fornitura; la Direzione dei Lavori, ai fini della loro accettazione, può procedere ai controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure richiedere un attestato di conformità della fornitura alle prescrizioni di seguito indicate.

2 - Le piastrelle di ceramica per pavimentazioni dovranno essere del materiale indicato nel progetto (gres) e devono essere associate alla classificazione di cui alla norma 14411 basata sul metodo di formatura e sull'assorbimento d'acqua secondo le norme UNI EN ISO 10545-2 e 10545-3.

a) Le piastrelle di ceramica pressate devono rispondere alla norma UNI EN 14411.

b) I prodotti devono essere contenuti in appositi imballi che li proteggano da azioni meccaniche, sporatura, ecc. nelle fasi di trasporto, deposito e manipolazione prima della posa ed essere accompagnati da fogli informativi riportanti il nome del fornitore e la rispondenza alle prescrizioni predette.

3 - I prodotti di gomma per pavimentazioni sotto forma di rotoli devono rispondere alle prescrizioni date dal progetto ed in mancanza e/o a complemento devono rispondere alle prescrizioni seguenti:

a) essere esenti da difetti visibili (bolle, graffi, macchie, aloni, ecc.) sulle superfici destinate a restare in vista (norma UNI 8272-1);

b) avere costanza di colore tra i prodotti della stessa fornitura; in caso di contestazione deve risultare entro il contrasto dell'elemento n. 4 della scala dei grigi di cui alla norma UNI 8272-2.

c) sulle dimensioni nominali ed ortogonalità dei bordi sono ammesse le tolleranze seguenti:

- rotoli: lunghezza +1%, larghezza +0,3%, spessore +0,2 mm;
- rotoli: scostamento dal lato teorico non maggiore di 1,5 mm;

- d) la durezza deve essere tra 75 e 85 punti di durezza Shore A (norma UNI EN ISO 868);
- e) la resistenza all'abrasione deve essere non maggiore di 300 mm³;
- f) la stabilità dimensionale a caldo deve essere non maggiore dello 0,4% per i rotoli;
- g) la classe di reazione al fuoco deve essere la prima secondo il D.M. 26 giugno 1984 e s.m.i.;
- h) la resistenza alla bruciatura da sigaretta, inteso come alterazioni di colore prodotte dalla combustione, non deve originare contrasto di colore uguale o minore al n. 2 della scala dei grigi di cui alla norma UNI 8272-2. Non sono inoltre ammessi affioramenti o rigonfiamenti;
- i) il potere macchiante, inteso come cessione di sostanze che sporcano gli oggetti che vengono a contatto con il rivestimento, per i prodotti colorati non deve dare origine ad un contrasto di colore maggiore di quello dell'elemento N3 della scala dei grigi di cui alla UNI 8272-2. Per i prodotti neri il contrasto di colore non deve essere maggiore dell'elemento N2;
- l) il controllo delle caratteristiche di cui ai commi da a) ad i), si intende effettuato secondo le modalità indicate nel presente paragrafo in conformità alla norma UNI 8272 (varie parti);
- m) i prodotti devono essere contenuti in appositi imballi che li proteggano da azioni meccaniche ed agenti atmosferici nelle fasi di trasporto, deposito e manipolazione prima della posa.

Il foglio di accompagnamento indicherà oltre al nome del fornitore almeno le indicazioni di cui ai commi da a) ad i).

I prodotti di vinile, omogenei e non ed i tipi eventualmente caricati devono rispondere alle prescrizioni di cui alla norma UNI EN 10581.

I criteri di accettazione sono quelli del punto 1 del presente paragrafo.

I prodotti devono essere contenuti in appositi imballi che li proteggano da azioni meccaniche ed agenti atmosferici nelle fasi di trasporto, deposito e manipolazione prima della posa.

Il foglio di accompagnamento indicherà le caratteristiche di cui alle norme precitate.

4 - I prodotti di calcestruzzo per massetti per pavimentazioni devono rispondere alle prescrizioni del progetto.

5 - I prodotti di metallo per pavimentazioni o rivestimenti (lamiera mandorlata di rivestimento delle superfici verticali) dovranno rispondere alle prescrizioni date dalle norme vigenti. Le lamiere saranno inoltre esenti da difetti visibili (quali scagliature, bave, crepe, crateri, ecc.) e da difetti di forma (svergolamento, ondulazione, ecc.) che ne pregiudichino l'impiego e/o la messa in opera.

Tutti i prodotti e/o materiali di cui al presente paragrafo, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

6.1.10 Prodotti Per Coperture Discontinue (A Falda)

1. Si definiscono prodotti per coperture quelli utilizzati per realizzare lo strato di tenuta all'acqua nei sistemi di copertura nonché quelli usati per altri strati complementari (per la realizzazione delle coperture discontinue nel loro insieme si rinvia al paragrafo 1.2.3.2 del presente capitolato sull'esecuzione delle coperture discontinue). Detti prodotti vengono di seguito considerati al momento della fornitura; il Direttore dei Lavori ai fini della loro accettazione può procedere a controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure richiedere un attestato di conformità della fornitura alle prescrizioni di seguito indicate. In caso di contestazione le procedure di prelievo dei campioni ed i metodi di prova e valutazione dei risultati sono quelli indicati nelle norme UNI citate di seguito.

2. Le tegole e i coppi di laterizio per coperture ed i loro pezzi speciali si intendono denominati secondo le dizioni commerciali usuali (marsigliese, romana, ecc.). Detti prodotti devono rispondere alle prescrizioni del progetto, alle specifiche di cui alla norma UNI EN 1304 ("Tegole di laterizio e relativi accessori – Definizioni e specifiche di prodotto") e in mancanza e/o a completamento alle prescrizioni di seguito riportate.

a) I difetti visibili sono ammessi nei seguenti limiti:

- le fessure non devono essere visibili o rilevabili a percussione;
- le protuberanze e scagliature non devono avere diametro medio (tra dimensione massima e minima) maggiore di 15 mm e non deve esserci più di 1 protuberanza; è ammessa 1 protuberanza di diametro medio tra 7 e 15 mm ogni 2 dm² di superficie proiettata;
- sbavature tollerate purché permettano un corretto assemblaggio.

b) Sulle dimensioni nominali e forma geometrica sono ammesse le seguenti tolleranze:

- lunghezza: $\pm 3\%$;
- larghezza: $\pm 3\%$ per tegole e $\pm 8\%$ per coppi.

- c) Sulla massa convenzionale è ammessa una tolleranza del 15%.
- d) L'impermeabilità (UNI EN 539-1) deve essere tale da non permettere la caduta di goccia d'acqua dall'intradosso.
- e) La resistenza a flessione (forza F singola), misurata secondo le modalità di cui alla norma UNI EN 538, deve essere maggiore di 1000 N.

I criteri di accettazione sono quelli del comma 1. In caso di contestazione si procederà secondo quanto indicato all'ultimo periodo del comma 1.

I prodotti devono essere forniti su appositi pallets, legati e protetti da azioni meccaniche e chimiche nonché dalla sporcizia che potrebbero degradarli durante la fase di trasporto, deposito e manipolazione prima della posa. Gli imballi, solitamente di materiale termoretraibile, devono contenere un foglio informativo riportante almeno il nome del fornitore e le indicazioni dei commi da a) ad h) nonché eventuali istruzioni complementari.

3. Le tegole di calcestruzzo per coperture ed i loro pezzi speciali si intendono denominati secondo le dizioni commerciali usuali (portoghese, olandese, ecc.) differenziandosi tra tegole "ad incastro" e "senza incastro". I prodotti di cui sopra devono rispondere alle prescrizioni del progetto e, in mancanza e/o completamento, alle prescrizioni di seguito riportate.

a) I difetti visibili sono ammessi nei seguenti limiti:

- le fessure non sono ammesse;
- le incavature non devono avere profondità maggiore di 4 mm (escluse le tegole con superficie granulata);
- le protuberanze sono ammesse in forma lieve per tegole colorate nell'impasto;
- le scagliature sono ammesse in forma leggera;
- le sbavature e deviazioni sono ammesse purché non impediscano il corretto assemblaggio del prodotto.

b) Sulle dimensioni nominali e forma geometrica sono ammesse le seguenti tolleranze:

- lunghezza: $\pm 1,5\%$;
- larghezza: $\pm 1\%$;
- ortometria (misurata secondo le prescrizioni della norma UNI 8635-6): scostamento orizzontale non maggiore dell'1,6% del lato maggiore;
- altre dimensioni dichiarate $\pm 1,6\%$.

- c) L'impermeabilità non deve permettere la caduta di gocce d'acqua, dall'intradosso, dopo 24 h.
- d) Dopo i cicli di gelività la resistenza a flessione F deve essere maggiore od uguale a 1800 N su campioni maturati 28 giorni.
- e) Il carico di rottura a flessione del singolo elemento deve essere maggiore od uguale a 1000 N; la media deve essere maggiore od uguale a 1500 N.

I criteri di accettazione sono quelli del comma 1. In caso di contestazione si procederà secondo quanto indicato all'ultimo periodo del comma 1.

I prodotti devono essere forniti su appositi pallets legati e protetti da azioni meccaniche, chimiche e sporizia che potrebbero degradarli durante le fasi di trasporto, deposito e manipolazione prima della posa.

4. Le lastre di fibrocemento possono essere dei seguenti tipi:

- *lastre piane* (a base: fibrocemento e silico calcare; fibrocemento; cellulosa; fibrocemento/silico - calcare rinforzati);
- *lastre ondulate* a base di fibrocemento aventi sezione trasversale formata da ondulazioni approssimativamente sinusoidali; possono essere con sezioni traslate lungo un piano o lungo un arco di cerchio;
- *lastre nervate* a base di fibrocemento, aventi sezione trasversale grecata o caratterizzata da tratti piani e tratti sagomati.

I criteri di controllo sono quelli indicati al comma 1 del presente paragrafo.

In particolare:

- Le *lastre piane* devono rispondere alle caratteristiche indicate nel progetto e, in mancanza od a integrazione, alle seguenti:
 - a) larghezza 1200 mm, lunghezza scelta tra 1200, 2500 o 5000 mm con tolleranza $\pm 0,4\%$ e massimo 5 mm;
 - b) spessori mm (scelto tra le sezioni normate) con tolleranza $\pm 0,5$ mm fino a 5 mm e $\pm 10\%$ fino a 25 mm;
 - c) rettilineità dei bordi: scostamento massimo 2 mm per metro, ortogonalità 3 mm per metro;
 - d) caratteristiche meccaniche (resistenza a flessione):

tipo 1: 13 N/mm² minimo con sollecitazione lungo le fibre;

15 N/mm² minimo con sollecitazione perpendicolare alle fibre;

tipo 2: 20 N/mm² minimo con sollecitazione lungo le fibre;

16 N/mm² minimo con sollecitazione perpendicolare alle fibre;

e) massa volumica apparente:

tipo 1:1,3 g/cm³ minimo;

tipo 2:1,7 g/cm³ minimo;

f) tenuta d’acqua con formazione di macchie di umidità sulle facce inferiori dopo 24 h sotto battente d’acqua ma senza formazione di gocce d’acqua;

g) resistenza alle temperature di 120 °C per 2 h con decadimento della resistenza a flessione non maggiore del 10%.

Le lastre rispondenti alla norma UNI-EN 492-2007 (“Tegole piane di fibrocemento e relativi accessori per coperture – Specifiche di prodotto e metodi di prova”) sono considerate rispondenti alle prescrizioni predette, ed alla stessa norma si fa riferimento per le modalità di prova.

• Le *lastre ondulate* devono rispondere alle caratteristiche indicate nel progetto ed, in mancanza o ad integrazione, alle seguenti:

a) facce destinate all’esposizione alle intemperie, lisce, bordi diritti e taglio netto e ben squadrate ed entro i limiti di tolleranza;

b) caratteristiche dimensionali e tolleranze di forma secondo quanto dichiarato dal fabbricante ed accettato dalla Direzione dei Lavori; in mancanza vale la norma UNI 10636-2005 (“Lastre ondulate di fibrocemento per coperture – Istruzioni per l’installazione”);

c) tenuta all’acqua con formazione di macchie di umidità sulle facce inferiori dopo 24 h sotto battente d’acqua ma senza formazione di gocce d’acqua;

d) resistenza a flessione, secondo i valori dichiarati dal fabbricante ed accettati dalla Direzione dei lavori (in mancanza vale la norma UNI 10636);

e) resistenza al gelo, dopo 25 cicli in acqua a temperatura di +20 °C seguito da permanenza in frigo a -20 °C, non devono presentare fessurazioni, cavillature o degradazione;

f) la massa volumica non deve essere minore di 1,4 kg/dm³.

Le lastre rispondenti alla norma UNI 10636 sono considerate rispondenti alle prescrizioni predette, ed alla stessa norma si fa riferimento per le modalità di prova.

Gli accessori devono rispondere alle prescrizioni sopradette per quanto attiene l'aspetto, le caratteristiche dimensionali e di forma, la tenuta all'acqua e la resistenza al gelo.

- Le *lastre nervate* devono rispondere alle caratteristiche indicate nel progetto ed in mancanza o ad integrazione a quelle indicate per le lastre ondulate.

Le lastre rispondenti alla norma UNI-EN 494-2007 ("Lastre nervate di fibrocemento e relativi accessori per coperture – Specifiche di prodotto e metodi di prova") sono considerate rispondenti alle prescrizioni predette, ed alla stessa norma si fa riferimento per le modalità di prova.

5. Le lastre di materia plastica rinforzata o non rinforzata si intendono definite e classificate secondo le norme UNI vigenti.

Detti prodotti devono rispondere alle prescrizioni del progetto ed in mancanza e/o completamente alle prescrizioni:

- a) della norma UNI EN ISO 14631 (2001) in caso di lastre di polistirene;
- b) della norma UNI EN ISO 7823-1 (2005) in caso di lastre di polimetilmetacrilato;

I criteri di accettazione sono quelli di cui al comma 1.

6. Le lastre di metallo ed i loro pezzi speciali si intendono denominati secondo la usuale terminologia commerciale. Essi dovranno rispondere alle prescrizioni del progetto ed in mancanza ed a completamento alle seguenti caratteristiche:

- a) i prodotti completamente supportati dovranno rispondere alle caratteristiche di resistenza al punzonamento, resistenza al piegamento a 360°; resistenza alla corrosione; resistenza a trazione. Le caratteristiche predette saranno quelle riferite al prodotto in lamina prima della lavorazione. Gli effetti estetici e difetti saranno valutati in relazione alla collocazione dell'edificio;
- b) i prodotti autoportanti (compresi i pannelli, le lastre grecate, ecc...) oltre alle prescrizioni di cui al punto a) dovranno soddisfare la resistenza a flessione secondo i carichi di progetto e la distanza tra gli appoggi.

I criteri di accettazione sono quelli di cui al comma 1. In caso di contestazione si fa riferimento alle norme UNI EN 501, UNI EN 502, UNI EN 505, UNI EN 507 per prodotti non

autoportanti ed alle norme UNI EN 506 (2008), UNI EN 508-1/2/3 (2008) per prodotti autoportanti.

La fornitura dovrà essere accompagnata da foglio informativo riportante il nome del fornitore e la rispondenza alle caratteristiche richieste.

7. I prodotti di pietra dovranno rispondere alle caratteristiche di resistenza a flessione, resistenza all'urto, resistenza al gelo e disgelo, comportamento agli aggressivi inquinanti. I limiti saranno quelli prescritti dal progetto o quelli dichiarati dal fornitore ed accettati dalla Direzione dei Lavori. I criteri di accettazione sono quelli indicati al comma 1 del presente paragrafo. La fornitura dovrà essere accompagnata da foglio informativo riportante il nome del fornitore e la corrispondenza alle caratteristiche richieste.

6.1.11 Prodotti Per Impermeabilizzazioni E Per Coperture Piane

1. Per prodotti per impermeabilizzazioni e coperture piane si intendono quelli che si presentano sotto forma di:

- membrane in fogli e/o rotoli da applicare a freddo od a caldo, in fogli singoli o pluristrato;
- prodotti forniti in contenitori (solitamente liquidi e/o in pasta) da applicare a freddo od a caldo su eventuali armature (che restano inglobate nello strato finale) fino a formare in sito una membrana continua.

Le *membrane* si designano descrittivamente in base:

- al materiale componente (esempio: bitume ossidato fillerizzato, bitume polimero elastomero, bitume polimero plastomero, etilene propilene diene, etilene vinil acetato, ecc.);
- al materiale di armatura inserito nella membrana (esempio: armatura vetro velo, armatura poliammide tessuto, armatura polipropilene film, armatura alluminio foglio sottile, ecc.);
- al materiale di finitura della faccia superiore (esempio: poliestere film da non asportare, polietilene film da non asportare, graniglie, ecc.);
- al materiale di finitura della faccia inferiore (esempio: poliestere non tessuto, sughero, alluminio foglio sottile, ecc.).

I *prodotti forniti in contenitori* si designano descrittivamente come segue:

- mastici di rocce asfaltiche e di asfalto sintetico;
- asfalti colati;

- malte asfaltiche;
- prodotti termoplastici;
- soluzioni in solvente di bitume;
- emulsioni acquose di bitume;
- prodotti a base di polimeri organici.

I prodotti vengono di seguito considerati al momento della loro fornitura, le modalità di posa sono trattate negli articoli relativi alla posa in opera.

Il Direttore dei Lavori ai fini della loro accettazione può procedere a controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure richiedere un attestato di conformità della fornitura alle prescrizioni di seguito indicate.

2. Le membrane per coperture di edifici in relazione allo strato funzionale che vanno a costituire (esempio strato di tenuta all'acqua, strato di tenuta all'aria, strato di schermo e/o barriera al vapore, strato di protezione degli strati sottostanti, ecc.) devono rispondere alle prescrizioni del progetto e, in mancanza od a loro completamento, alle prescrizioni di seguito dettagliate.

- a) Le membrane destinate a formare strati di schermo e/o barriera al vapore devono soddisfare i requisiti previsti dalla norma UNI 9380 per quanto concerne:
- le tolleranze dimensionali (lunghezza, larghezza, spessore);
 - i difetti, l'ortometria e la massa areica;
 - la resistenza a trazione;
 - la flessibilità a freddo;
 - il comportamento all'acqua;
 - la permeabilità al vapore d'acqua;
 - l'invecchiamento termico in acqua;
 - le giunzioni.

I prodotti non normati devono rispondere ai valori dichiarati dal fabbricante ed accettati dalla Direzione dei Lavori.

Le membrane rispondenti alle varie prescrizioni della norma UNI 8629 in riferimento alle caratteristiche precitate sono valide anche per questo impiego.

b) Le membrane destinate a formare strati di continuità, di diffusione o di egualizzazione della pressione di vapore, di irrigidimento o ripartizione dei carichi, di regolarizzazione, di separazione e/o scorrimento o drenante devono soddisfare i requisiti previsti dalla norma UNI 9168 per quanto concerne:

- le tolleranze dimensionali (lunghezza, larghezza e spessore);
- difetti, ortometria e massa areica;
- comportamento all'acqua;
- invecchiamento termico in acqua.

I prodotti non normati devono rispondere ai valori dichiarati dal fabbricante ed accettati dalla Direzione dei Lavori. Le membrane rispondenti alle norme UNI 9380 e UNI 8629 per le caratteristiche precitate sono valide anche per questo impiego.

c) Le membrane destinate a formare strati di tenuta all'aria devono soddisfare i requisiti previsti dalla norma UNI 9168 per quanto concerne:

- le tolleranze dimensionali (lunghezza, larghezza e spessore);
- difetti, ortometria e massa areica;
- resistenza a trazione ed alla lacerazione;
- comportamento all'acqua;
- le giunzioni devono resistere adeguatamente alla trazione ed alla permeabilità all'aria.

I prodotti non normati devono rispondere ai valori dichiarati dal fabbricante ed accettati dalla Direzione dei Lavori. Le membrane rispondenti alle norme UNI 9380 e UNI 8629 per le caratteristiche precitate sono valide anche per questo impiego.

d) Le membrane destinate a formare strati di tenuta all'acqua devono soddisfare i requisiti previsti dalla norma UNI 8629 (varie parti) per quanto concerne:

- le tolleranze dimensionali (lunghezza, larghezza, spessore);
- difetti, ortometria e massa areica;
- resistenza a trazione e alla lacerazione;
- punzonamento statico e dinamico;
- flessibilità a freddo;
- stabilità dimensionale in seguito ad azione termica;

- stabilità di forma a caldo;
- impermeabilità all'acqua e comportamento all'acqua;
- permeabilità al vapore d'acqua;
- resistenza all'azione perforante delle radici;
- invecchiamento termico in aria ed acqua;
- resistenza all'ozono (solo per polimeriche e plastomeriche);
- resistenza ad azioni combinate (solo per polimeriche e plastomeriche);
- le giunzioni devono resistere adeguatamente alla trazione ed avere impermeabilità all'aria.

I prodotti non normati devono rispondere ai valori dichiarati dal fabbricante ed accettati dalla Direzione dei Lavori.

e) Le membrane destinate a formare strati di protezione devono soddisfare i requisiti previsti dalla norma UNI 8629 (varie parti) per quanto concerne:

- le tolleranze dimensionali (lunghezza, larghezza, spessore);
- difetti, ortometria e massa areica;
- resistenza a trazione e alle lacerazioni;
- punzonamento statico e dinamico;
- flessibilità a freddo;
- stabilità dimensionali a seguito di azione termica;
- stabilità di forma a caldo (esclusi prodotti a base di PVC, EPDM, IIR);
- comportamento all'acqua;
- resistenza all'azione perforante delle radici;
- invecchiamento termico in aria;
- le giunzioni devono resistere adeguatamente alla trazione;
- l'autoprotezione minerale deve resistere all'azione di distacco.

I prodotti non normati devono rispondere ai valori dichiarati dal fabbricante ed accettati dalla Direzione dei Lavori.

3. Le membrane a base di elastomeri e di plastomeri, elencate nel seguente punto a), sono utilizzate per l'impermeabilizzazione nei casi di cui al punto b) e devono rispondere alle prescrizioni elencate al successivo punto c).

Detti prodotti vengono considerati al momento della loro fornitura. Per le modalità di posa si rimanda gli articoli relativi alla posa in opera.

a) Tipi di membrane:

- membrane in materiale elastomerico senza armatura;
- membrane in materiale elastomerico dotate di armatura;
- membrane in materiale plastomerico flessibile senza armatura;
- membrane in materiale plastomerico flessibile dotate di armatura;
- membrane in materiale plastomerico rigido (per esempio polietilene ad alta o bassa densità, reticolato o non, polipropilene);
- membrane polimeriche a reticolazione posticipata (per esempio polietilene clorosolfanato) dotate di armatura;
- membrane polimeriche accoppiate;

b) Classi di utilizzo:

- Classe A - membrane adatte per condizioni eminentemente statiche del contenuto (per esempio, bacini, dighe, sbarramenti, ecc.)
- Classe B - membrane adatte per condizioni dinamiche del contenuto (per esempio, canali, acquedotti, ecc.)
- Classe C - membrane adatte per condizioni di sollecitazioni meccaniche particolarmente gravose, concentrate o no (per esempio, fondazioni, impalcati di ponti, gallerie, ecc.)
- Classe D - membrane adatte anche in condizioni di intensa esposizione agli agenti atmosferici e/o alla luce
- Classe E - membrane adatte per impieghi in presenza di materiali inquinanti e/o aggressivi (per esempio, scariche, vasche di raccolta e/o decantazione, ecc.)
- Classe F - membrane adatte per il contatto con acqua potabile o sostanze di uso alimentare (per esempio, acquedotti, serbatoi, contenitori per alimenti, ecc.).

c) Le membrane di cui al comma a) sono valide per gli impieghi di cui al comma b) purché rispettino le caratteristiche previste nelle varie parti della norma UNI 8898.

I prodotti fluidi od in pasta a base di polimeri organici (bituminosi, epossidici, poliuretanic, epossi-poliuretanic, epossi-catrame, polimetencatrame, polimeri clorurati, acrilici, vinilici, polimeri isomerizzati) devono essere valutate in base alle caratteristiche seguenti ed i valori devono soddisfare i limiti riportati; quando non sono riportati limiti si intende che valgono quelli dichiarati dal produttore nella sua documentazione tecnica ed accettati dalla Direzione dei lavori.

6.1.12 Prodotti Di Vetro (Lastre, Profilati Ad U E Vetri Pressati)

1 - Si definiscono prodotti di vetro quelli che sono ottenuti dalla trasformazione e lavorazione del vetro.

Essi si dividono nelle seguenti principali categorie: lastre piane, vetri pressati, prodotti di seconda lavorazione.

Per le definizioni rispetto ai metodi di fabbricazione, alle loro caratteristiche, alle seconde lavorazioni, nonché per le operazioni di finitura dei bordi si fa riferimento alla norma UNI EN 572 (varie parti). I prodotti vengono di seguito considerati al momento della loro fornitura.

Le modalità di posa sono trattate negli articoli relativi alle vetrazioni ed ai serramenti.

La Direzione dei Lavori, ai fini della loro accettazione, può procedere a controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure richiedere un attestato di conformità della fornitura alle prescrizioni di legge.

Le loro dimensioni saranno quelle indicate nel progetto.

Per le altre caratteristiche vale la norma UNI EN 572 (varie parti) che considera anche le modalità di controllo da adottare in caso di contestazione. I valori di isolamento termico, acustico, ecc. saranno quelli derivanti dalle dimensioni prescritte, il fornitore comunicherà i valori se richiesti.

2 - I vetri piani temprati sono quelli trattati termicamente o chimicamente in modo da indurre negli strati superficiali tensioni permanenti.

Le loro dimensioni saranno quelle indicate nel progetto.

Per le altre caratteristiche vale la norma UNI 12150-1 e UNI EN 12150-2 che considera anche le modalità di controllo da adottare in caso di contestazione. I valori di isolamento termico, acustico, ecc. saranno quelli derivanti dalle dimensioni prescritte, il fornitore comunicherà i valori se richiesti.

3 - I vetri piani uniti al perimetro (o vetrocamera) sono quelli costituiti da due lastre di vetro tra loro unite lungo il perimetro, solitamente con interposizione di un distanziatore, a mezzo di adesivi od altro in modo da formare una o più intercapedini contenenti aria o gas disidratati.

Le loro dimensioni, numero e tipo delle lastre saranno quelle indicate nel progetto.

Per le altre caratteristiche vale la norma UNI EN 1279-1-2-3-4-5 che definisce anche i metodi di controllo da adottare in caso di contestazione. I valori di isolamento termico, acustico, ecc. saranno quelli derivanti dalle dimensioni prescritte, il fornitore comunicherà i valori se richiesti.

4 - I vetri piani stratificati sono quelli formati da due o più lastre di vetro e uno o più strati interposti di materia plastica che incollano tra loro le lastre di vetro per l'intera superficie.

Il loro spessore varia in base al numero ed allo spessore delle lastre costituenti.

Riguardo la loro resistenza alle sollecitazioni meccaniche essi devono essere del tipo stratificato antivandalismo.

Le dimensioni e il numero delle lastre saranno quelle indicate nel progetto.

Per le altre caratteristiche si fa riferimento alla norma seguente:

i vetri piani stratificati antivandalismo ed anticrimine devono rispondere rispettivamente alle norme UNI EN ISO 12543.

I valori di isolamento termico, acustico, ecc. saranno quelli derivanti dalle dimensioni prescritte, il fornitore comunicherà i valori se richiesti.

Tutti i prodotti e/o materiali di cui al presente paragrafo, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

6.1.13 Prodotti Diversi (Sigillanti, Adesivi)

Tutti i prodotti di seguito descritti vengono considerati al momento della fornitura. La Direzione dei Lavori, ai fini della loro accettazione, può procedere ai controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure richiedere un attestato di conformità della stessa alle prescrizioni di seguito indicate.

Per il campionamento dei prodotti ed i metodi di prova si fa riferimento ai metodi UNI esistenti.

1 - Per sigillanti si intendono i prodotti utilizzati per riempire in forma continua e durevole i giunti tra elementi edilizi (in particolare nei serramenti, nelle pareti esterne, nelle partizioni

interne, ecc.) con funzione di tenuta all'aria, all'acqua, ecc. Oltre a quanto specificato nel progetto, o negli articoli relativi alla destinazione d'uso, si intendono rispondenti alle seguenti caratteristiche:

- compatibilità chimica con il supporto al quale sono destinati;
- diagramma forza deformazione (allungamento) compatibile con le deformazioni elastiche del supporto al quale sono destinati;
- durabilità ai cicli termoigrometrici prevedibili nelle condizioni di impiego, cioè con decadimento delle caratteristiche meccaniche ed elastiche che non pregiudichino la sua funzionalità;
- durabilità alle azioni chimico-fisiche di agenti aggressivi presenti nell'atmosfera o nell'ambiente di destinazione.

Il soddisfacimento delle prescrizioni predette si intende comprovato quando il prodotto risponde al progetto o alla norma UNI ISO 11600 e/o è in possesso di attestati di conformità; in loro mancanza si fa riferimento ai valori dichiarati dal produttore ed accettati dalla Direzione dei Lavori.

2 - Per adesivi si intendono i prodotti utilizzati per ancorare un prodotto ad uno attiguo, in forma permanente, resistendo alle sollecitazioni meccaniche, chimiche, ecc. dovute all'ambiente ed alla destinazione d'uso.

Sono inclusi nel presente paragrafo gli adesivi usati in opere di rivestimenti di pavimenti e pareti o per altri usi e per diversi supporti (murario, ferroso, legnoso, ecc.).

Sono esclusi gli adesivi usati durante la produzione di prodotti o componenti.

Oltre a quanto specificato nel progetto, o negli articoli relativi alla destinazione d'uso, si intendono forniti rispondenti alle seguenti caratteristiche:

- compatibilità chimica con il supporto al quale essi sono destinati;
- durabilità ai cicli termoigrometrici prevedibili nelle condizioni di impiego (cioè con un decadimento delle caratteristiche meccaniche che non pregiudichino la loro funzionalità);
- durabilità alle azioni chimico-fisiche dovute ad agenti aggressivi presenti nell'atmosfera o nell'ambiente di destinazione;
- caratteristiche meccaniche adeguate alle sollecitazioni previste durante l'uso.

Il soddisfacimento delle prescrizioni predette si intende comprovato quando il prodotto risponde ad una norma UNI e/o è in possesso di attestati di conformità; in loro mancanza si fa riferimento ai valori dichiarati dal produttore ed accettati dalla Direzione dei Lavori.

6.1.14 Infissi In Alluminio

Caratteristiche prestazionali dei materiali e normative

a) Metodologia di scelta di classi di prestazione per i requisiti di permeabilità all’aria, tenuta all’acqua secondo UNI 7979.

Tabella 1 criteri di scelta delle classi di prestazione di permeabilità all’aria e tenuta all’acqua.

| Tipo di esposizione | | Campagna aperta | | | | Campagna con rompivento piccole città, periferie | | | | Centro grandi città | | | | |
|---------------------|--------------------------------|---------------------------------|----|----|----------------------------|---|----|----|----------------------------|---------------------------------|----|----|----------------------------|-------|
| Zone climatiche | | A | B | C | F | A,B,C | A | C | F | A,B,C | A | C | F | A,B,C |
| | | | | D | | D,E,F | B | D | | D,E,F | B | D | | D,E,F |
| | | | | E | | | E | | | | E | | | |
| Zona di vento | Altezza dell’edificio metri | Classi di permeabilità all’aria | | | Classi di tenuta all’acqua | Classi di permeabilità all’aria | | | Classi di tenuta all’acqua | Classi di permeabilità all’aria | | | Classi di tenuta all’acqua | |
| 1 | 10 | A1 | A1 | A2 | E1 | A1 | A1 | A2 | E1 | A1 | A1 | A2 | E1 | |
| | 20 | A1 | A2 | A2 | E2 | A1 | A2 | A2 | E2 | A1 | A1 | A2 | E1 | |
| | 40 | A1 | A2 | A2 | E2 | A1 | A2 | A2 | E2 | A1 | A2 | A2 | E2 | |
| | 60 | A1 | A2 | A3 | E2 | A1 | A2 | A3 | E2 | A1 | A2 | A2 | E2 | |
| | 80 | A1 | A2 | A3 | E2 | A1 | A2 | A3 | E2 | A1 | A2 | A3 | E2 | |
| | 100 e più | A2 | A3 | A3 | E3 | A2 | A3 | A3 | E3 | A2 | A3 | A3 | E3 | |
| 2 | 10 | A1 | A2 | A2 | E2 | A1 | A1 | A2 | E1 | A1 | A1 | A2 | E1 | |
| | 20 | A1 | A2 | A3 | E2 | A1 | A2 | A3 | E2 | A1 | A2 | A2 | E2 | |

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL’ASTICO

| | | | | | | | | | | | | | |
|---|-----------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| | 40 | A1 | A2 | A3 | E2 | A1 | A2 | A3 | E2 | A1 | A2 | A3 | E2 |
| | 60 | A2 | A3 | A3 | E3 | A1 | A2 | A3 | E3 | A1 | A2 | A3 | E2 |
| | 80 | A2 | A3 | A3 | E3 | A2 | A3 | A3 | E3 | A2 | A3 | A3 | E3 |
| | 100 e più | A2 | A3 | A3 | E4 | A2 | A3 | A3 | E3 | A2 | A3 | A3 | E3 |
| 3 | 10 | A1 | A2 | A2 | E2 | A1 | A2 | A2 | E2 | A1 | A2 | A2 | E2 |
| | 20 | A1 | A2 | A3 | E2 | A1 | A2 | A3 | E2 | A1 | A2 | A2 | E2 |
| | 40 | A2 | A3 | A3 | E3 | A2 | A3 | A3 | E3 | A1 | A2 | A3 | E2 |
| | 60 | A2 | A3 | A3 | E3 | A2 | A3 | A3 | E3 | A2 | A3 | A3 | E3 |
| | 80 | A2 | A3 | A3 | E4 | A2 | A3 | A3 | E4 | A2 | A3 | A3 | E3 |
| | 100 e più | A2 | A3 | A3 | E4 | A2 | A3 | A3 | E4 | A2 | A3 | A3 | E4 |
| 4 | 10 | A1 | A2 | A3 | E2 | A1 | A2 | A2 | E2 | A1 | A2 | A2 | E2 |
| | 20 | A2 | A3 | A3 | E3 | A2 | A3 | A3 | E3 | A1 | A2 | A3 | E2 |
| | 40 | A2 | A3 | A3 | E4 | A2 | A3 | A3 | E3 | A2 | A3 | A3 | E3 |
| | 60 | A2 | A3 | A3 | E4 | A2 | A3 | A3 | E4 | A2 | A3 | A3 | E3 |
| | 80 | A2 | A3 | A3 | E4 | A2 | A3 | A3 | E4 | A2 | A3 | A3 | E4 |
| | 100 e più | A2 | A3 | A3 | E4 | A2 | A3 | A3 | E4 | A2 | A3 | A3 | E4 |

Per l'utilizzo della tabella 1 è necessario determinare i seguenti parametri

- Tipo di esposizione
- Zona climatica
- Zona di vento
- Altezza dell'edificio

b) Permeabilità all'aria (verifica secondo UNI EN42).

La norma definisce le modalità di controllo della quantità di aria espressa in m^3/h , che attraversa una finestra chiusa per effetto della differenza di pressione fra la superficie esterna ed interna. La permeabilità all'aria viene misurata in laboratorio e viene riferita ai m^2 di superficie apribile ($m^3/h m^2$) e ai metri lineari di giunto apribile ($m^3/h m$).

La permeabilità all'aria viene definita nelle classi:

- **A1** = perdita massima a 100 Pa $50 \text{ m}^3/\text{h m}^2$
- **A2** = perdita massima a 100 Pa $20 \text{ m}^3/\text{h m}^2$
- **A3** = perdita massima a 100 Pa $7 \text{ m}^3/\text{h m}^2$

c) Tenuta all'acqua (verifica secondo UNI EN 86).

La tenuta all'acqua (ad una certa pressione) è definita come la capacità di evitare che l'acqua esterna penetri fino a raggiungere parti interne dell'edificio che non sono state progettate per essere bagnate. È ammesso un limitato passaggio di acqua purché il serramento sia stato progettato per contenerla ed evacuarla.

La tenuta all'acqua viene definita nelle seguenti classi:

| Classi di prestazione | Pressioni PE |
|-----------------------|-------------------------|
| E1 | tenuta fra 50 e 150 Pa |
| E2 | tenuta fra 150 e 300 Pa |
| E3 | tenuta fra 300 e 500 Pa |
| E4 | tenuta oltre 500 Pa |

d) Resistenza al vento (verifica secondo UNI EN77).

La resistenza a una determinata pressione P1 del vento è definita come la capacità del serramento di:

- sopportare la pressione statica P1
- sopportare 100 pulsazioni tra 0 e $P2 = (0,8 P1)$
- sopportare la brusca elevazione di pressione da 0 a $P3 = (1.8 P1)$

Dopo tali prove definite dalle norme, il serramento non dovrà presentare degradi al tamponamento (vetrazione o pannellatura), agli organi di movimento e chiusura, e le eventuali variazioni delle sue prestazioni dovranno essere contenute entro i limiti previsti.

La resistenza al vento viene definita nelle seguenti classi:

| Classe | P1 | P2 | P3 |
|--------|---------|--------|---------|
| V1 | 500 Pa | 400 Pa | 900 Pa |
| V1a | 750 Pa | 600 Pa | 1350 Pa |
| V2 | 1000 Pa | 800 Pa | 1800 Pa |

| | | | |
|-----|---------|---------|---------|
| V2a | 1250 Pa | 1000 Pa | 2250 Pa |
| V3 | 1750 Pa | 1400 Pa | 3150 Pa |

Per la scelta appropriata della classe di resistenza ai carichi del vento, il progettista dovrà fare riferimento al DM 16.01.96 e alla successiva circolare del 01/07/96 n°156AA.GG./STC.

Per esempio per una pressione statica di progetto derivante dal calcolo secondo il DM 16.01.96 pari a 710 Pa si dovrebbero richiedere serramenti di classe di resistenza al vento V1A. Invece per una pressione statica di progetto pari a 1600 Pa si dovrebbero richiedere serramenti di classe di resistenza al vento V3.

e) Resistenza meccanica.

I serramenti e gli accessori devono essere resistenti alle sollecitazioni d’uso secondo i limiti stabiliti dalla norma UNI 9158.

Le metodologie di prova sono riportate dalla norma UNI EN 107.

Isolamento acustico

La scelta della classe di isolamento acustico di un serramento e/o facciata dovrà essere rapportata alla destinazione d’uso del locale nel quale è inserito e al livello del rumore esterno. Noti questi valori, la classe di prestazione sarà scelta secondo quanto previsto dalla normativa UNI 8204, la quale classifica alcuni tipi di locali in base al livello sonoro di normale tollerabilità.

| Tipo | Destinazione del locale | Livello sonoro di normale tollerabilità |
|-------------|---|--|
| 1 | camere d’ospedale, sale per conferenze, biblioteche, locali per abitazione in zone rurali | 30 dB(A) |
| 2 | locali di abitazione in zone urbane | 35 dB(A) |
| 3 | aule scolastiche | 45 dB(A) |

Il territorio inoltre è diviso in zone in relazione al livello di rumore.

| | |
|-----------------------|---------------------------------------|
| Zona di rumore | Livello sonoro equivalente Leq |
|-----------------------|---------------------------------------|

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL’ASTICO

| | |
|--------|-----------------------------------|
| zona 1 | $L_{eq} < 65 \text{ dB (A)}$ |
| zona 2 | $L_{eq} < 70 \text{ dB (A)}$ |
| zona 3 | $70 < L_{eq} < 75 \text{ dB (A)}$ |
| zona 4 | $L_{eq} > 75 \text{ dB (A)}$ |

A = area di assorbimento acustico equivalente della camera ricevente, espressa in m^2 , calcolata a sua volta utilizzando la seguente formula:

$$A = \frac{0,163 \cdot V}{T}$$

V = volume della camera ricevente espresso in m^3
 T = tempo di riverberazione espresso in secondi

Relativamente ai serramenti esterni la norma UNI 8204 riporta nella tabella le classi e il corrispondente potere fonoisolante.

L'indice di valutazione R_w è determinato a 500 Hz nella banda di frequenze comprese fra 100 e 3150 Hz.

| Classi | Indice di valutazione del potere fonoisolante |
|-----------|---|
| Classe R1 | $20 \leq R_w < 27 \text{ dB}$ |
| Classe R2 | $27 \leq R_w < 35 \text{ dB}$ |
| Classe R3 | $R_w \geq 35 \text{ dB}$ |

Simbologia

\leq : minore e uguale

$<$: minore

\geq : maggiore o uguale

Se si fa riferimento a misure in opera gli indici sopra riportati devono essere ridotti di 2 dB.

È buona norma utilizzare serramenti il cui potere fonoisolante (R_w) non sia inferiore a più di 10 dB rispetto alla parete in cui sono inseriti.

Isolamento Termico

La scelta della prestazione di isolamento termico del serramento deve essere operata in base alle esigenze di risparmio energetico secondo la legge 10/91 e i suoi regolamenti di attuazione ed alle esigenze di benessere ambientale.

Con riferimento ai metodi calcolo della UNI 10345 deve essere richiesto il valore di termotrasmittanza dell’intero serramento, tenendo conto di:

- trasmittanza termica del vetro
- trasmittanza termica del telaio
- trasmittanza termica dei pannelli

Per evitare squilibri tra i valori di trasmittanza richiesti e la tenuta dei serramenti e/o facciate è opportuno che il livello della stessa sia rapportato al livello di trasmittanza richiesto.

Es.: isolamento medio superiore a 2,8 W (gruppo 2.2 DIN 4108) classe di tenuta A2

isolamento medio inferiore a 2,8 W (gruppo 2.1 DIN 4108) classe di tenuta A3

Ventilazione

Qualora si renda necessario l’adozione di un sistema di ventilazione ne devono essere specificate la tipologia e le caratteristiche es.:

- griglia regolabile
- ventilazione forzata
- altri sistemi

Sicurezza agli urti

Questa prestazione va richiesta per le vetrazioni e per eventuali pannellature sottofinestra con riferimento alla norma UNI 7697.

| SITUAZIONI | TIPOLOGIA DI VETRI CONSIGLIATI |
|---|---------------------------------------|
| Serramenti vetrati con il lato inferiore della lastra a meno di cm 90 da piano di calpestio | stratificati o temperati |
| Serramenti vetrati posti a meno di cm 90 da piano di calpestio quando vi sia pericolo di caduta nel vuoto | stratificati |

| | |
|--------------------------------|--------------------------|
| Porte e pareti di vetro | temperati |
| Parapetti e balaustre | stratificati |
| Palestre e sale di ricreazione | stratificati o temperati |
| Vetri nelle coperture | armati o stratificati |

Nelle applicazioni di vetri su parapetti e rampe di scale occorre tenere presente quanto segue in merito alla sicurezza contro il pericolo di caduta nel vuoto di persone. La norma UNI 7697 prescrive l'esclusivo impiego di lastre di sicurezza del tipo stratificato.

Sistema oscurante

Di ogni tipologia di progetto deve essere indicata l'eventuale richiesta di un sistema oscurante e il suo tipo.

In presenza di una richiesta del sistema oscurante deve essere indicata tipologia, materiale costituente e colore nel caso di:

- Avvolgibile (alluminio, acciaio, legno, PVC) con cassonetto (monoblocco, separato). È importante richiedere che il cassonetto non comporti decadimento prestazionale, ma garantisca i medesimi livelli di prestazione di tenuta all'aria e di isolamento acustico assicurati dal serramento.
- Persiane (alluminio, acciaio, legno, PVC)
- Scuri (alluminio, acciaio, legno, PVC)
- Tende (esterne, interne)
- Frangisole
- Altri sistemi (es. vetrocamera con veneziane incorporate).

Sicurezza

Al fine di non causare danni fisici o lesioni agli utenti i serramenti e/o facciate dovranno essere concepiti in modo che:

- non vi siano parti taglienti e superfici abrasive che possano ferire nell'utilizzo normale gli utenti o anche gli addetti delle operazioni di manutenzione;
- resistano ad operazioni errate (ma possibili) senza rottura di parti vetrate, fuoriuscita di materiali dalla loro sede, rottura di organi di manovra e di bloccaggio ecc...;

Nei luoghi di lavoro, in accordo con le prescrizioni normative in materia di sicurezza (D.Lgs.81/2008 e s.m.i.) può essere inoltre prescritto di adottare vetri di sicurezza (UNI 5832 - UNI7697 e successive).

Caratteristiche della vetrazione

La scelta della vetrazione deve essere fatta secondo criteri prestazionali per rispondere ai requisiti di:

- risparmio energetico
- isolamento acustico
- controllo della radiazione solare
- sicurezza

Per ogni tipologia di serramento dovrà essere indicato il tipo di vetro richiesto, precisandone le caratteristiche, lo spessore nominale, se vetro monolitico o vetrocamera l'eventuale colorazione (chiaro - colorato - opaco) specificando il trattamento delle lastre esempio:

- riflettente
- basso emissivo
- pirolitico
- o altri tipi di coating

Altri eventuali aspetti prestazionali relativi all'irraggiamento dei vetri

- fattore solare
- fattore energetico

Deve essere specificato se le vetrazioni sono ordinate assieme ai serramenti.

Nel caso di ordine separato di vetri e serramenti, dovrà essere concordato con il fornitore dei serramenti e/o facciate l'onere per la distinta misure vetri e l'eventuale posa in opera.

Pannelli

I pannelli di tamponamento dovranno possedere caratteristiche meccaniche, acustiche e termiche tali da garantire le prestazioni richieste per l'intero manufatto.

In particolare dovranno resistere agli urti in accordo con quanto previsto dalla normativa in materia di sicurezza (D.Lgs.81/2008 e s.m.i.).

Pulizia dei serramenti e/o facciate

Per una corretta pulizia dei serramenti e/o facciate si dovrà richiedere al fornitore le caratteristiche dei prodotti da impiegare e le precauzioni da adottare in funzione del tipo di finitura superficiale, per ottenere una pulizia ottimale delle superfici. Lo stesso può essere fatto presso il fornitore dei vetri, in particolare per quelli con trattamenti sulle superfici esterne accessibili.

Trattamenti

a) Protezione mediante verniciatura

La verniciatura dovrà possedere le proprietà previste dalla norma UNI 9983 ed essere del tipo a polvere nel colore sarà scelto dalla D.L. su cartella RAL..

Prima della verniciatura, la superficie dei profili dovrà essere trattata con le seguenti operazioni di pretrattamento in tunnel:

- sgrassaggio,
- lavaggio,
- decapaggio,
- lavaggio,
- cromatazione tipo giallo-oro,
- doppio lavaggio in acqua demineralizzata,
- passaggio in forno di asciugatura.

Successivamente dovranno venire applicate le polveri tramite verniciatura a spruzzo in cabina automatica con pistole elettrostatiche a movimento alternativo con passaggio successivo in forno a 180° - 200° per la polimerizzazione della vernice (operazioni da eseguire secondo schede tecniche del produttore vernice).

Le polveri utilizzate dovranno essere omologate QUALICOAT o GSB ed essere prodotte da aziende certificate ISO 9000.

Lo spessore di verniciatura dovrà essere di almeno 60 micron.

La ditta che eseguirà la verniciatura dovrà essere in possesso della licenza Qualicoat.

Il rivestimento applicato sulle superfici non dovrà presentare alcuna incisione che metta a nudo il metallo.

L'aspetto delle superfici in vista dovrà essere uniforme sia nella tonalità di colore, sia nel grado di brillantezza. Il rivestimento dovrà essere esente da graffi, rigonfiamenti, colature,

ondulazioni e altre imperfezioni superficiali visibili ad occhio nudo ad una distanza non inferiore a 5 metri per le parti esterne e non inferiore a 3 metri per le parti interne.

Se fosse necessario assicurare una determinata brillantezza, i valori dovranno essere concordati fra Committente e fornitore secondo la tabella che prevede 3 categorie;

- 1 elevata brillantezza (lucido) gloss>80 con tolleranza ± 8 gloss
- 2 media brillantezza (semilucido) gloss da 30 a 80 con tolleranza ± 5 gloss
- 3 bassa brillantezza (opaco) gloss<30 con tolleranza ± 5 gloss

L'uniformità e la tonalità della colorazione dovranno essere concordati tra Committente e fornitore mediante campionatura di riferimento.

b) Protezione mediante ossidazione anodica

L'ossidazione anodica dovrà possedere le proprietà previste dalla norma UNI10681 e verrà eseguita sui profili con pretrattamento superficiale di tipo E2 (spazzolatura mediante scotch brite).

Lo spessore di ossido anodico dovrà corrispondere alle norme UNI 5347-64, mentre per la qualità del fissaggio dello strato di ossido anodico si farà riferimento alle UNI 3397-63.

I trattamenti dovranno essere garantiti con marchio di qualità (EURAS-EWAA) QUALANOD ed essere eseguiti da azienda certificata ISO 9000.

I profili con parti in vista dovranno avere finitura Architettonico Spazzolato (ARS), mentre i profili non in vista la finitura dovrà essere Architettonico Satinato Chimicamente (ARC).

Il tipo di colorazione e spessore di ossido anodico sarà a scelta della D.L.

Ossidazione adottata:.....

Spessore ossido: classe 15 o 20

(15 o 20 micron, secondo condizioni ambientali)

(possibile anodizzazione colore naturale, bronzo chiaro, bronzo medio, elettrocolore bronzo medio, elettrocolore bronzo scuro, elettrocolore nero).

I particolari anodizzati devono essere esenti da difetti visibili presenti nella superficie significativa quando vengono esaminati da una distanza non inferiore a 5 metri per applicazioni esterne, ed a 3 metri per applicazioni interne.

Le caratteristiche visive superficiali (uniformità d'aspetto, colorazione, eccetera.) dovranno essere concordate tra Committente e Fornitore a mezzo di due campioni corrispondenti ai limiti di tolleranza delle caratteristiche stesse nel caso di finiture anodizzate.

Tra diversi lotti di diverso materiale, o tra diverse forme dello stesso, si possono verificare variazioni dell'aspetto e del colore sulla superficie anodizzata. Talvolta l'osservazione sotto determinato angolo visivo evidenzia differenze di brillantezza, righe d'estrusione o altri difetti visivi. Queste differenze non pregiudicano la qualità del rivestimento anodico.

I limiti in cui esse sono accettabili devono essere concordate tra Committente e Fornitore.

Bancali scossaline e raccordi in lamiera

Se previsti a disegno, i serramenti dovranno essere completi di bancale in alluminio, collegamenti laterali e superiori in alluminio verniciato o anodizzato dello stesso tipo e colore dei serramenti (previa approvazione).

Lo spessore delle lattonerie dovrà essere conseguente al loro sviluppo comunque non inferiore a 15/10. I sagomati dovranno essere montati in modo da non presentare viti o rivettature in vista. Lo sviluppo delle lattonerie dovrà coprire interamente le parti murarie, con risvolti di almeno 5 cm.

Qualora le parti esterne esposte alla pioggia avessero superfici piane superiori ai 20 cm dovranno essere trattate con antirombo.

Controtelai

I controtelai ove necessario dovranno essere in acciaio zincato, di sezione tubolare idonea, completi di zanche o fori di fissaggio ogni 70-80 cm.

La posa dovrà essere eseguita rispettando i livelli e gli allineamenti concordati con la D.L., avendo cura che non venga alterata la regolarità dimensionale del manufatto.

Vetrazione

I vetri dovranno avere uno spessore adeguato alle dimensioni e all'uso degli infissi su cui verranno montati. Gli spessori dovranno essere calcolati secondo la norma UNI 7143-72 se non specificamente indicati negli allegati facente parte della presente richiesta.

Nella scelta dei vetri sarà necessario attenersi a quanto previsto dalla norma UNI 7697 per il rispetto della legge n° 224 del 24.05.88 e s.m.i.concernente la responsabilità del produttore per danno da prodotti difettosi.

I vetri ed i cristalli dovranno essere di prima qualità, perfettamente incolori e trasparenti con superfici complanari piane. Dovranno risultare conformi alle norme UNI 5832-72, 6123-75; 6486-75; 6487-75; 7142-72 e successive.

I vetri dovranno essere posti in opera nel rispetto della norma UNI 6534-74, con l'impiego di tasselli di adeguata durezza, a seconda della funzione portante o distanziale. I tasselli dovranno garantire l'appoggio di entrambe le lastre del vetrocamera e dovranno avere una lunghezza idonea in base al peso da sopportare. La tenuta attorno alle lastre di vetro dovrà essere eseguita con idonee guarnizioni in EPDM o Dutral opportunamente giuntate agli angoli.

La sigillatura tra le due lastre componenti la vetrata isolante dovrà essere effettuata mediante una prima barriera elastoplastica a base di gomma butilica e una seconda barriera a base di polimeri polisulfurici. Nel canalino distanziatore dovranno essere inseriti sali disidratanti con setaccio molecolare di 3 Amstrong che lo dovranno riempire su tutto il perimetro.

Il produttore delle vetrate isolanti dovrà garantire la corrispondenza delle stesse a quanto indicato nella norma UNI 10593/1/2/3/4 e di essere in possesso del marchio di qualità Assovetro MQV.

I vetrocamera dovranno essere forniti di garanzia decennale contro la presenza di umidità condensata all'interno delle lastre.

Se richiesti vetrificamera a bassa emissività questi dovranno avere un K termico di $1,6 \text{ Wm}^2\text{K}$ e intercapedine di 12 mm.

I vetri di sicurezza dovranno essere realizzati negli spessori indicati nell'elenco prezzi, composti da due o più lastre di cristallo con interposizione di pellicola in PVB (Polivinilbutilrrale) dello spessore da definire con la D.L.

Glossario termini tecnici vetro:

T.L. Trasmissione luminosa (%). Flusso luminoso direttamente trasmesso attraverso il vetro.

RL Riflessione luminosa (%). Flusso luminoso riflesso direttamente dalla lastra verso l'esterno.

Tuv Trasmissione Uv (%). Flusso trasmesso di raggi ultravioletti (UV A+B, da 0,28-0,38 micron).

- TE Trasmissione energetica (%).** Flusso energetico direttamente trasmesso attraverso il vetro.
- RE Riflessione energetica (%).** Flusso energetico riflesso direttamente dalla lastra verso l'esterno.
- AE Assorbimento energetico (%).** Energia assorbita dalle lastre.
- FS Fattore solare (%).** Rapporto tra l'energia solare entrante (somma dell'energia passata direttamente all'interno [TE] più quella assorbita dalle lastre e ritrasmessa all'interno per convenzione e irraggiamento nello spettro dell'infrarosso lontano) e l'energia solare incidente. Valori calcolati secondo ISO 9050.
- K Trasmittanza termica W/m²K.** Rappresenta la quantità di calore espressa in Watt che si trasmette attraverso un metro quadrato di superficie per ogni grado di differenza di temperatura tra l'interno e l'esterno. Valori calcolati secondo ISO-DP 10292.
- SC Shadingcoefficient.** Il coefficiente shading è il rapporto tra l'energia solare totale che passa attraverso la vetrata considerata e l'energia solare totale che attraversa un vetro monolitico chiaro di riferimento dello spessore di 3 mm. Il coefficiente shading di un vetro chiaro avente uno spessore di 3mm è uguale a 1. $SC=(FS/87)$.
- Ra Indice di fedeltà dei colori calcolato secondo la normativa DIN 6169.**
- Is Indice di selettività.** È il rapporto fra la trasmissione luminosa ed il Fattore Solare. Tanto più il valore è maggiore di 1 e tanto più il vetro è selettivo.

6.1.15 Infissi

1 - Si intendono per infissi gli elementi aventi la funzione principale di regolare il passaggio di persone o oggetti nonché dell'energia tra spazi interni ed esterni dell'organismo edilizio o tra ambienti diversi dello spazio interno.

Essi si dividono tra elementi fissi (cioè luci fisse non apribili) e serramenti (cioè con parti apribili); gli infissi si dividono, inoltre, in relazione alla loro funzione, in porte, finestre e schermi.

Per la terminologia specifica dei singoli elementi e delle loro parti funzionali in caso di dubbio si fa riferimento alla norma UNI 8369 ed alla norma armonizzata UNI EN 12519.

I prodotti vengono di seguito considerati al momento della loro fornitura; le modalità di posa sono sviluppate nel paragrafo relativo alle vetrazioni ed ai serramenti.

La Direzione dei Lavori, ai fini della loro accettazione, può procedere ai controlli (anche parziali) su campioni della fornitura, oppure richiedere un attestato di conformità della fornitura alle prescrizioni di seguito indicate.

I prodotti di seguito dettagliati dovranno garantire in particolare le prestazioni minime di isolamento termico determinate dalla vigente normativa in materia di dispersione energetica.

2 - Le luci fisse devono essere realizzate nella forma, con i materiali e nelle dimensioni indicate nel disegno di progetto. In mancanza di prescrizioni (od in presenza di prescrizioni limitate) si intende che comunque devono, nel loro insieme (telai, lastre di vetro o metalliche continue o ad alette anti pioggia, eventuali accessori, ecc.), essere conformi alla norma UNI 7959 ed in particolare resistere alle sollecitazioni meccaniche dovute all'azione del vento od agli urti, garantire la tenuta all'aria e all'acqua.

Quanto richiesto dovrà garantire anche le prestazioni di isolamento termico, isolamento acustico, comportamento al fuoco e resistenza a sollecitazioni gravose dovute ad atti vandalici, ecc.

Le prestazioni predette dovranno essere garantite con limitato decadimento nel tempo.

La Direzione dei Lavori potrà procedere all'accettazione delle luci fisse mediante i criteri seguenti:

- a) mediante controllo dei materiali costituenti il telaio più vetro o lamiera metallica più elementi di tenuta (guarnizioni, sigillanti) più eventuali accessori, e mediante controllo delle caratteristiche costruttive e della lavorazione del prodotto nel suo insieme e/o dei suoi componenti; in particolare rivestimenti dei metalli costituenti il telaio, l'esatta esecuzione dei giunti, ecc.;
- b) mediante l'accettazione di dichiarazioni di conformità della fornitura alle classi di prestazione quali tenuta all'acqua, all'aria, resistenza agli urti, ecc. (vedere punto 3, lett. b,); di tali prove potrà anche chiedere la ripetizione in caso di dubbio o contestazione.

Le modalità di esecuzione delle prove saranno quelle definite nelle relative norme UNI per i serramenti (vedere punto 3).

3 - I serramenti interni ed esterni (finestre, porte finestre, e similari) dovranno essere realizzati seguendo le prescrizioni indicate nei disegni costruttivi o comunque nella parte grafica del progetto.

In mancanza di prescrizioni (o in presenza di prescrizioni limitate) si intende che comunque nel loro insieme devono essere realizzati in modo da resistere alle sollecitazioni meccaniche e degli agenti atmosferici e contribuire, per la parte di loro spettanza, al mantenimento negli ambienti delle condizioni termiche, acustiche, luminose, di ventilazione, ecc.; lo svolgimento delle funzioni predette deve essere mantenuto nel tempo.

- a) La Direzione dei Lavori potrà procedere all'accettazione dei serramenti mediante il controllo dei materiali che costituiscono l'anta ed il telaio ed i loro trattamenti preservanti ed i rivestimenti mediante il controllo dei vetri, delle guarnizioni di tenuta e/o sigillanti, degli accessori. Mediante il controllo delle sue caratteristiche costruttive, in particolare dimensioni delle sezioni resistenti, conformazione dei giunti, delle connessioni realizzate meccanicamente (viti, bulloni, ecc.) o per aderenza (colle, adesivi, ecc.) e comunque delle parti costruttive che direttamente influiscono sulla resistenza meccanica, tenuta all'acqua, all'aria, al vento, e sulle altre prestazioni richieste.
- b) La Direzione dei Lavori potrà altresì procedere all'accettazione della attestazione di conformità della fornitura alle prescrizioni indicate nel progetto per le varie caratteristiche o in mancanza a quelle di seguito riportate. Per le classi non specificate valgono i valori dichiarati dal fornitore ed accettati dalla Direzione dei Lavori.

1) Finestre

- tenuta all'acqua, all'aria e resistenza al vento;
- resistenza meccanica secondo la norma UNI EN 107.

2) Porte interne

- spessore come indicato su elaborati grafici e tolleranze dimensionali misurate secondo le norme UNI EN 1529;

3) Porte esterne

- spessore come indicato su elaborati grafici e tolleranze dimensionali misurate secondo le norme UNI EN 15299.

La attestazione di conformità dovrà essere comprovata da idonea certificazione e/o documentazione.

Per quanto non espressamente contemplato, si rinvia alla seguente normativa tecnica: UNI EN 12207, UNI EN 12208, UNI EN 12210, UNI EN 12211, UNI EN ISO 10077, UNI EN 179, UNI EN 1125, UNI EN 1154, UNI EN 1155, UNI EN 1158, UNI EN 12209, UNI EN 1935, UNI EN

13659, UNI EN 13561, UNI EN 13241-1, UNI 10818, UNI EN 13126-1, UNI EN 1026 UNI EN 1027.

Tutti i prodotti e/o materiali di cui al presente paragrafo, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

6.1.16 Porte Omologate REI

Il serramento omologato REI deve essere installato seguendo le specifiche indicazioni riportate nel certificato di prova che, assieme all'omologazione del Ministero dell'Interno, alla dichiarazione della casa produttrice di conformità al prototipo approvato e alla copia della bolla di consegna presso il cantiere, dovrà accompagnare ogni serramento.

La ditta installatrice dovrà inoltre fornire una dichiarazione che attesti che il serramento è stato installato come specificato nel certificato di prova.

6.1.17 Prodotti Per Rivestimenti Interni Ed Esterni

1 - Si definiscono prodotti per rivestimenti quelli utilizzati per realizzare i sistemi di rivestimento verticali (pareti - facciate) ed orizzontali (controsoffitti) dell'edificio. I prodotti si distinguono:

a seconda del loro stato fisico:

- rigidi (rivestimenti in pietra - ceramica - vetro - alluminio - gesso - ecc.);
- flessibili (carte da parati - tessuti da parati - ecc.);
- fluidi o pastosi (intonaci - vernicianti - rivestimenti plastici - ecc.);

a seconda della loro collocazione:

- per esterno;
- per interno;

a seconda della loro collocazione nel sistema di rivestimento:

- di fondo;
- intermedi;
- di finitura.

Tutti i prodotti descritti nei punti che seguono vengono considerati al momento della fornitura. La Direzione dei Lavori, ai fini della loro accettazione, può procedere ai controlli (anche parziali) su campioni della fornitura, oppure richiedere un attestato di conformità della stessa alle prescrizioni di seguito indicate e in genere come da norma UNI 8012.

2 - Prodotti rigidi

In via orientativa valgono le prescrizioni della norma UNI 11417 (varie parti).

- a) Per le piastrelle di ceramica vale quanto prescritto dalla norma UNI EN 10545 varie parti e quanto riportato nel paragrafo "Prodotti per Pavimentazione", tenendo conto solo delle prescrizioni valide per le piastrelle da parete.
- b) Per gli elementi di metallo (lamiere metalliche) o materia plastica valgono le prescrizioni del progetto. Le loro prestazioni meccaniche (resistenza all'urto, abrasione, incisione), di reazione e resistenza al fuoco, di resistenza agli agenti chimici (detergenti, inquinanti aggressivi, ecc.) ed alle azioni termoigrometriche saranno quelle prescritte in norme UNI, in relazione all'ambiente (interno/esterno) nel quale saranno collocati ed alla loro quota dal pavimento (o suolo), oppure in loro mancanza valgono quelle dichiarate dal fabbricante ed accettate dalla Direzione dei Lavori. Saranno inoltre predisposti per il fissaggio in opera con opportuni fori, incavi, ecc.

Per gli elementi verniciati, smaltati, ecc. le caratteristiche di resistenza alla usura, ai viraggi di colore, ecc. saranno riferite ai materiali di rivestimento.

La forma e costituzione dell'elemento saranno tali da ridurre al minimo fenomeni di vibrazione, produzione di rumore tenuto anche conto dei criteri di fissaggio.

- c) Per le lastre di cartongesso si rinvia al paragrafo su "Prodotti per Pareti Esterne e Partizioni Interne".

3 - Prodotti fluidi o in pasta.

- a) Intonaci: gli intonaci sono rivestimenti realizzati con malta per intonaci costituita da un legante (calce-cemento-gesso) da un inerte (sabbia, polvere o granuli di marmo, ecc.).

Gli intonaci devono possedere le caratteristiche indicate nel progetto e le caratteristiche seguenti:

- capacità di riempimento delle cavità ed eguagliamento delle superfici;
- reazione al fuoco e/o resistenza all'incendio adeguata;
- impermeabilità all'acqua e/o funzione di barriera all'acqua;
- effetto estetico superficiale in relazione ai mezzi di posa usati;
- adesione al supporto e caratteristiche meccaniche.

Per i prodotti forniti premiscelati la rispondenza a norme UNI è sinonimo di conformità alle prescrizioni predette; per gli altri prodotti valgono i valori dichiarati dal fornitore ed accettati dalla Direzione dei Lavori.

b) Prodotti vernicianti: i prodotti vernicianti sono prodotti applicati allo stato fluido, costituiti da un legante (naturale o sintetico), da una carica e da un pigmento o terra colorante che, passando allo stato solido, formano una pellicola o uno strato non pellicolare sulla superficie.

I prodotti vernicianti devono possedere valori adeguati delle seguenti caratteristiche in funzione delle prestazioni loro richieste:

- dare colore in maniera stabile alla superficie trattata;
- essere traspiranti al vapore d'acqua;
- avere funzione impermeabilizzante;
- impedire il passaggio dei raggi U.V.;
- ridurre il passaggio della CO₂;
- avere adeguata reazione e/o resistenza al fuoco (quando richiesto);
- avere funzione passivante del ferro (quando richiesto);
- resistenza alle azioni chimiche degli agenti aggressivi (climatici, inquinanti);
- resistere (quando richiesto) all'usura.

Tutti i prodotti e/o materiali di cui al presente paragrafo, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio

6.1.18 Prodotti Per Isolamento Termico

1. Si definiscono materiali isolanti termici quelli atti a diminuire, in forma sensibile, il flusso termico attraverso le superfici sulle quali sono applicati (vedi classificazione tabella 1). Per la realizzazione dell'isolamento termico si rinvia ai paragrafi relativi alle parti dell'edificio o impianti. Detti materiali sono di seguito considerati al momento della fornitura; il Direttore dei Lavori, ai fini della loro accettazione, può procedere ai controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure chiedere un attestato di conformità della fornitura alle prescrizioni di seguito indicate. Nel caso di contestazione per le caratteristiche si intende che la procedura di prelievo dei campioni, delle prove e della valutazione dei risultati sia quella indicata nelle norme UNI EN 822, UNI EN 823, UNI EN 824, UNI EN 825 ed in loro mancanza quelli della letteratura tecnica (in primo luogo le norme internazionali ed estere).

2.1 materiali isolanti sono così classificati:

2.1. materiali fabbricati in stabilimento (blocchi, pannelli, lastre, feltri ecc.):

a) materiali cellulari

- composizione chimica organica: plastici alveolari;
- composizione chimica inorganica: vetro cellulare, calcestruzzo alveolare autoclavato;
- composizione chimica mista: plastici cellulari con perle di vetro espanso.

b) materiali fibrosi

- composizione chimica organica: fibre di legno;
- composizione chimica inorganica: fibre minerali.

c) materiali compatti

- composizione chimica organica: plastici compatti;
- composizione chimica inorganica: calcestruzzo;
- composizione chimica mista: agglomerati di legno.

d) combinazione di materiali di diversa struttura

- composizione chimica inorganica: composti «fibre minerali - perlite», amianto cemento, calcestruzzi leggeri;
- composizione chimica mista: composti perlite – fibre di cellulosa, calcestruzzi di perle di polistirene.

e) materiali multistrato

- composizione chimica organica: plastici alveolari con parametri organici;
- composizione chimica inorganica: argille espanse con parametri di calcestruzzo, lastre di gesso associate a strato di fibre minerali;
- composizione chimica mista: plastici alveolari rivestiti di calcestruzzo.

2.2. Materiali iniettati, stampati o applicati in sito mediante spruzzatura:

a) materiali cellulari applicati sotto forma di liquido o di pasta

- composizione chimica organica: schiume poliuretatiche, schiume di urea - formaldeide;
- composizione chimica inorganica: calcestruzzo cellulare.

b) materiali fibrosi applicati sotto forma di liquido o di pasta

- composizione chimica inorganica: fibre minerali proiettate in opera.

c) materiali pieni applicati sotto forma di liquido o di pasta

- composizione chimica organica: plastici compatti;
- composizione chimica inorganica: calcestruzzo;
- composizione chimica mista: asfalto.

d) combinazione di materiali di diversa struttura

- composizione chimica inorganica: calcestruzzo di aggregati leggeri;
- composizione chimica mista: calcestruzzo con inclusione di perle di polistirene espanso.

e) materiali alla rinfusa

- composizione chimica organica: perle di polistirene espanso;
- composizione chimica inorganica: lana minerale in fiocchi, perlite;
- composizione chimica mista: perlite bitumata.

3. Per tutti i materiali isolanti forniti sotto forma di lastre, blocchi o forme geometriche predeterminate, si devono dichiarare le seguenti caratteristiche fondamentali:

a) dimensioni: lunghezza - larghezza (UNI 822), valgono le tolleranze stabilite nelle norme UNI, oppure specificate negli altri documenti progettuali; in assenza delle prime due valgono quelle dichiarate dal produttore nella sua documentazione tecnica ed accettate dalla Direzione dei Lavori;

b) spessore (UNI 823): valgono le tolleranze stabilite nelle norme UNI, oppure specificate negli altri documenti progettuali; in assenza delle prime due valgono quelle dichiarate dal produttore nella sua documentazione tecnica ed accettate dalla Direzione dei Lavori;

c) massa volumica apparente (UNI EN 1602): deve essere entro i limiti prescritti nelle norme UNI o negli altri documenti progettuali; in assenza delle prime due valgono quelli dichiarati dal produttore nella sua documentazione tecnica ed accettate dalla Direzione dei Lavori;

d) resistenza termica specifica: deve essere entro i limiti previsti da documenti progettuali (calcolo in base alla legge 9 gennaio 1991 n. 10) ed espressi secondo i criteri indicati nella norma UNI EN 12831 – 2006;

e) saranno inoltre da dichiarare, in relazione alle prescrizioni di progetto le seguenti caratteristiche:

- reazione o comportamento al fuoco;
- limiti di emissione di sostanze nocive per la salute;
- compatibilità chimico - fisica con altri materiali.

4. Per i materiali isolanti che assumono la forma definitiva in opera devono essere dichiarate le caratteristiche di cui sopra, riferite ad un campione significativo di quanto realizzato in opera. Il Direttore dei Lavori può, altresì, attivare controlli della costanza delle caratteristiche del prodotto in opera ricorrendo, ove necessario, a carotaggi, sezionamenti, ecc... significativi dello strato eseguito.

5. Entrambe le categorie di materiali isolanti devono rispondere ad una o più delle caratteristiche di idoneità all’impiego, tra quelle della seguente tabella, in relazione alla loro destinazione d’uso: pareti, parete controterra, copertura a falda, copertura piana, controsoffittatura su porticati, pavimenti, ecc.

Tabella da compilare a cura dell’estensore del capitolato

| CARATTERISTICA | Unità di misura | Destinazione d’uso | | | |
|-----------------------|------------------------|---------------------------|---|---|---|
| | | A | B | C | D |
| | | Valori richiesti | | | |

Comportamento all’acqua

- | | | |
|---|-------|----------------|
| – assorbimento d’acqua per capillarità | % | |
| – assorbimento d’acqua con immersione parziale per breve periodo (1609) | % | (UNI EN 12087) |
| – assorbimento d’acqua con immersione parziale per lungo periodo (12087) | % | (UNI EN 12091) |
| – resistenza gelo e disgelo | cicli | (UNI EN 12091) |

ed in mancanza di questi quelli descritti nella letteratura tecnica (primariamente norme internazionali).

2 - I prodotti a base di laterizio, calcestruzzo e similari non aventi funzione strutturale (vedere paragrafo murature) ma unicamente di chiusura nelle pareti esterne e partizioni devono rispondere alle prescrizioni del progetto ed a loro completamento alle seguenti prescrizioni:

- a) gli elementi di laterizio (forati e non) prodotti mediante pressatura o trafilatura con materiale normale od alleggerito devono rispondere alla norma [UNI EN 771-1](#);
- b) gli elementi di calcestruzzo dovranno rispettare le stesse caratteristiche indicate nella norma [UNI EN 771-1](#) (ad esclusione delle caratteristiche di inclusione calcarea), i limiti di accettazione saranno quelli indicati nel progetto ed in loro mancanza quelli dichiarati dal produttore ed approvati dalla Direzione dei Lavori;

I limiti di accettazione saranno quelli prescritti nel progetto ed in loro mancanza saranno quelli dichiarati dal fornitore ed approvati dalla Direzione dei Lavori.

3 - I prodotti ed i componenti per facciate continue dovranno rispondere alle prescrizioni del progetto ed in loro mancanza alle seguenti prescrizioni:

- i nuovi elementi di tamponamento (vetri, pannelli, ecc.) devono essere compatibili chimicamente e fisicamente con l'ossatura; resistere alle sollecitazioni meccaniche (urti, ecc.); resistere alle sollecitazioni termoigrometriche dell'ambiente esterno e chimiche degli agenti inquinanti;
- le parti apribili ed i loro accessori devono rispondere alle prescrizioni sulle finestre o sulle porte;
- i rivestimenti superficiali (trattamenti dei metalli, pitturazioni, ecc.) devono essere coerenti con le prescrizioni sopra indicate;
- le soluzioni costruttive dei giunti devono completare ed integrare le prestazioni dei pannelli ed essere sigillate con prodotti adeguati.

La rispondenza alle norme UNI per gli elementi metallici e loro trattamenti superficiali, per i vetri, i pannelli di metallo e per gli altri componenti, viene considerato automaticamente soddisfacimento delle prescrizioni sopradette.

4 - I prodotti ed i componenti per partizioni interne prefabbricate che vengono assemblate in opera (con piccoli lavori di adattamento o meno) devono rispondere alle prescrizioni del progetto ed in mancanza, alle prescrizioni indicate al punto precedente.

5 - I prodotti a base di cartongesso devono rispondere alle prescrizioni del progetto ed, in mancanza, alle prescrizioni seguenti: avere spessore con tolleranze $\pm 0,5$ mm, lunghezza e larghezza con tolleranza ± 2 mm, resistenza all'impronta, all'urto, alle sollecitazioni localizzate (punti di fissaggio) ed, a seconda della destinazione d'uso, con basso assorbimento d'acqua, con bassa permeabilità al vapore, con resistenza all'incendio dichiarata, con isolamento acustico dichiarato.

I limiti di accettazione saranno quelli indicati nel progetto ed, in loro mancanza, quelli dichiarati dal produttore ed approvati dalla Direzione dei Lavori.

6 - I prodotti ed i componenti per partizioni interne orizzontali (controsoffitti) devono rispondere alle prescrizioni del progetto ed, in mancanza, alle prescrizioni seguenti: avere spessore con tolleranze $\pm 0,5$ mm, lunghezza e larghezza con tolleranza ± 2 mm, adeguata resistenza all'urto, alle sollecitazioni localizzate (punti di fissaggio) ed, a seconda della destinazione d'uso, devono essere fonoassorbenti, fonoisolanti o idonei per ambienti ad alto tasso di umidità.

Tutti i prodotti e/o materiali di cui al presente paragrafo, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

6.1.20 Prodotti Per Assorbimento Acustico

1 - Si definiscono materiali assorbenti acustici (o materiali fonoassorbenti) quelli atti a dissipare in forma sensibile l'energia sonora incidente sulla loro superficie e, di conseguenza, a ridurre l'energia sonora riflessa.

Questa proprietà è valutata con il coefficiente di assorbimento acustico (a), definito dall'espressione:

$$a = \frac{W_a}{W_i}$$

dove:

W_i è l'energia sonora incidente;

W_a è l'energia sonora assorbita.

2 - Sono da considerare assorbenti acustici tutti i materiali porosi a struttura fibrosa o alveolare aperta. A parità di struttura (fibrosa o alveolare) la proprietà fonoassorbente dipende dallo spessore.

I materiali fonoassorbenti si classificano secondo lo schema di seguito riportato.

a) Materiali fibrosi:

- 1) minerali (fibra di vetro, fibra di roccia) (norma [UNI 5958](#));
- 2) vegetali (fibra di legno o cellulosa, truciolari).

b) Materiali cellulari:

1) minerali:

- calcestruzzi leggeri (a base di pozzolane, perlite, vermiculite, argilla espansa);
- laterizi alveolari;
- prodotti a base di tufo.

2) sintetici:

- poliuretano a celle aperte (elastico - rigido);
- polipropilene a celle aperte.

3 - Per tutti i materiali fonoassorbenti forniti sotto forma di lastre, blocchi o forme geometriche predeterminate (plotte), si devono dichiarare le seguenti caratteristiche fondamentali:

- lunghezza - larghezza, valgono le tolleranze stabilite nelle norme UNI, oppure quelle dichiarate dal produttore nella sua documentazione tecnica ed accettate dalla Direzione dei Lavori;
- spessore: valgono le tolleranze stabilite nelle norme UNI, oppure dichiarate dal produttore nella sua documentazione tecnica ed accettate dalla Direzione dei Lavori;
- massa areica: deve essere entro i limiti prescritti nella norma UNI o dichiarati dal produttore nella sua documentazione tecnica ed accettati dalla direzione tecnica;
- coefficiente di assorbimento acustico, misurato in laboratorio secondo le modalità prescritte dalla norma [UNI EN ISO 354](#), deve rispondere ai valori dichiarati dal produttore ed accettati dalla Direzione dei Lavori.

Saranno inoltre da dichiarare le seguenti caratteristiche:

- reazione e/o comportamento al fuoco;
- limiti di emissione di sostanze nocive per la salute;
- compatibilità chimico-fisica con altri materiali.

I prodotti vengono considerati al momento della fornitura; la Direzione dei Lavori ai fini della loro accettazione può procedere ai controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure chiedere un attestato di conformità della stessa alle prescrizioni sopra riportate.

In caso di contestazione i metodi di campionamento e di prova delle caratteristiche di cui sopra sono quelli stabiliti dalle norme UNI ed in mancanza di queste ultime, quelli descritti nella letteratura tecnica (primariamente norme internazionali od estere).

6.1.21 Prodotti Per Isolamento Acustico

1 - Si definiscono materiali isolanti acustici (o materiali fonoisolanti) quelli atti a ridurre in maniera sensibile la trasmissione dell'energia sonora che li attraversa.

Questa proprietà è valutata con il potere fonoisolante (R), definito dall'espressione:

$$R = 10 \log \frac{W_i}{W_t}$$

dove:

W_i è l'energia sonora incidente;

W_t è l'energia sonora trasmessa.

2 - Per tutti i materiali fonoisolanti forniti sotto forma di lastre, blocchi o forme geometriche predeterminate (plotte), si devono dichiarare le seguenti caratteristiche fondamentali:

- lunghezza - larghezza, valgono le tolleranze stabilite nelle norme UNI, oppure dichiarate dal produttore nella sua documentazione tecnica ed accettate dalla Direzione dei Lavori;
- spessore: valgono le tolleranze stabilite nelle norme UNI, oppure dichiarate dal produttore nella sua documentazione tecnica ed accettate dalla Direzione dei Lavori;
- massa areica: deve essere entro i limiti prescritti nella norma UNI o dichiarati dal produttore nella sua documentazione tecnica ed accettati dalla direzione tecnica;
- potere fonoisolante, misurato in laboratorio secondo le modalità prescritte dalle norme UNI EN ISO 16283-1, UNI EN ISO 140 (varie parti) e UNI EN ISO 10140-1, 2, 3, 4 e 5, rispondente ai valori prescritti nel progetto od in assenza a quelli dichiarati dal produttore ed accettati dalla Direzione dei Lavori.

Saranno inoltre da dichiarare, per quanto previsto in materia dalla legge, le seguenti caratteristiche:

- reazione e/o comportamento al fuoco;
- limiti di emissione di sostanze nocive per la salute;
- compatibilità chimico-fisica con altri materiali.

I prodotti vengono considerati al momento della fornitura; la Direzione dei Lavori ai fini della loro accettazione può procedere ai controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure chiedere un attestato di conformità della stessa alle prescrizioni sopra riportate.

In caso di contestazione i metodi di campionamento e di prova delle caratteristiche di cui sopra sono quelli stabiliti dalle norme UNI ed in mancanza di queste ultime, quelli descritti nella letteratura tecnica (primariamente norme internazionali od estere).

6.1.22 Materiali Da Fabbro

I materiali metallici da impiegare nei lavori dovranno corrispondere alle qualità, prescrizioni e prove appresso elencate.

I materiali dovranno essere esenti da scorie, soffiature, bruciature, paglie o qualsiasi altro difetto apparente o latente di fusione, laminazione, trafilatura, fucinatura e simili.

Sottoposti ad analisi chimica dovranno risultare esenti da impurità e da sostanze anormali.

La loro struttura micrografica dovrà essere tale da dimostrare l'ottima riuscita del processo metallurgico di fabbricazione e da escludere qualsiasi alterazione derivante dalla successiva lavorazione a macchina od a mano che possa menomare la sicurezza d'impiego.

Ferma restando l'applicazione del decreto 15.07.1925 e s.m.i., che fissa le norme e condizioni per le prove e l'accettazione dei materiali ferrosi, per le prove meccaniche e tecnologiche dei materiali metallici saranno rispettate le norme di unificazione vigenti.

In mancanza di particolari prescrizioni i materiali devono essere della migliore qualità esistente in commercio; essi devono provenire da primarie fabbriche che diano garanzia di costanza di qualità e produzione.

I materiali possono essere approvvigionati presso località e fabbriche che l'Appaltatore ritiene di sua convenienza purché corrispondano ai requisiti di cui sopra.

L'Appaltatore dovrà informare l'appaltante dell'arrivo in officina dei materiali approvvigionati affinché, prima che ne venga iniziata la lavorazione, l'appaltante stesso

possa disporre i preliminari esami e verifiche dei materiali medesimi ed il prelevamento dei campioni per l'effettuazione delle prove di qualità e resistenza.

È riservata all'appaltante la facoltà di disporre e far effettuare visite, esami e prove negli stabilimenti di produzione dei materiali, i quali stabilimenti pertanto dovranno essere segnalati all'Appaltatore in tempo utile.

Le suddette visite, verifiche e prove, le cui spese tutte sono a carico dell'Appaltatore, dovranno essere effettuate secondo le norme vigenti.

Dei risultati delle prove dovrà essere redatto regolare verbale in contraddittorio tra il Direttore Lavori e l'Appaltatore, o loro rappresentanti.

Nel caso di esito sfavorevole delle prove sopraindicate l'Appaltatore potrà rifiutare in tutto od in parte i materiali predisposti od approvvigionati, senza che l'Appaltatore possa pretendere indennizzo alcuno o proroga ai termini di esecuzione e di consegna.

I profilati in acciaio dolce (tondi, quadri e piatti) devono essere del tipo a sezione prescritti per l'opera particolare e comunque corrispondenti ai campioni approvati dalla Direzione Lavori.

Non sono ammesse spigolature, ammaccature, tagli od altri difetti di aspetto dovuti a cattiva lavorazione e non rientranti nelle normali tolleranze di laminazione.

I profilati o tubi realizzati con leghe leggere di alluminio, rame ed ottone devono avere composizione chimica corrispondente alle norme ed ai regolamenti ufficiali vigenti per l'impiego nella costruzione di serramenti e manufatti affini.

Devono essere del tipo e sezione prescritti per l'opera particolare e comunque rispondenti ai campioni approvati dalla Direzione Lavori.

Non sono ammesse spigolature, ammaccature, tagli od altri difetti di aspetto dovuti a cattiva lavorazione e non rientranti nelle normali tolleranze di estrusione.

Profilati tubolari in lamiera d'acciaio non devono avere spigolature, ammaccature, tagli od altri difetti di aspetto dovuti a cattiva lavorazione e non rientranti nelle normali tolleranze di profilatura.

I profilati di acciaio per serramenti dovranno essere fabbricati in acciaio avente qualità non inferiore al tipo Fe 37A previsto dalla norma UNI 5334-64, secondo i profili, le dimensioni e le tolleranze riportate nella norma di unificazione: UNI 3897 - Profilati di acciaio laminati a caldo e profilati per serramenti.

I profilati potranno essere richiesti con ali e facce parallele o rastremate con inclinazione del 5%.

Nell'impiego di acciaio inossidabile si dovrà fare riferimento alla normativa UNI 6900-71 ed AISI secondo la seguente nomenclatura:

| AISI | UNI |
|-----------|-----------------|
| Serie 300 | |
| 301 | X 12 CrNi 17 07 |
| 302 | X 10 CrNi 18 09 |
| 304 | X 05 CrNi 18 10 |
| 316 | X 05 CrNi 17 12 |
| Serie 400 | |
| 430 | X 08 Cr 17 |

La ghisa grigia per getti dovrà corrispondere per qualità, prescrizioni e prove alla norma UNI 5007.

La ghisa malleabile per getti dovrà corrispondere alle prescrizioni della norma UNI 3779.

I prodotti in ghisa sferoidale risponderanno alla normativa UNI ISO 1083 - UNI EN 124 e riporteranno la marcatura obbligatoria di riferimento alla normativa:

identificazione del produttore, la classe corrispondente, EN 124 come riferimento alla norma, marchio dell'ente di certificazione.

La ferramenta e le bullonerie in genere devono essere di ottima qualità e finitura.

Devono corrispondere ai requisiti tecnici appropriati a ciascun tipo di infisso ed avere dimensioni e robustezza adeguata all'impiego cui sono destinate e tali da poter offrire la massima garanzia di funzionalità e di durata.

Tutte la ferramenta devono corrispondere ai campioni approvati dalla Direzione Lavori ed essere di tipo unificato per tutta la fornitura.

Viti, bulloni, ecc. devono pure essere di robustezza, tipo e metallo adeguati all'impiego ed alla ferramenta prescelta.

Il ferro fucinato dovrà presentarsi privo di scorie, soffiature, bruciature o qualsiasi altro difetto apparente.

Per la zincatura di profilati di acciaio per la costruzione, oggetti fabbricati con lamiere non zincate di qualsiasi spessore, oggetti fabbricati con tubi, tubi di grande diametro curvati e saldati insieme prima della zincatura ed altri oggetti di acciaio con spessori maggiori di 5 mm recipienti fabbricati con lamiere di acciaio di qualsiasi spessore con o senza rinforzi di profilati di acciaio, minuteria od oggetti da centrifugare; oggetti fabbricati in ghisa, in ghisa malleabile ed in acciaio fuso, dovranno essere rispettate le prescrizioni della norma di unificazione:

UNI 5744-66. Rivestimenti metallici protettivi applicati a caldo. Rivestimenti di zinco ottenuti per immersione su oggetti diversi fabbricati in materiale ferroso.

Tutte le parti in acciaio per le quali negli elaborati progettuali sia stata prevista la protezione dalla corrosione mediante zincatura dovranno rispettare la specifica esposta alle righe seguenti.

Tale tipo di trattamento sarà adottato quando previsto in progetto e/o su ordine della Direzione Lavori quando le normali verniciature non diano sufficienti garanzie, sia in relazione al tipo di aggressione ambientale, sia in relazione alle funzioni assegnate alle strutture metalliche da proteggere.

La zincatura dovrà essere effettuata a caldo per immersione in appositi impianti approvati dalla D.L..

I pezzi da zincare dovranno essere in acciaio di tipo calmato, è tassativamente vietato l'uso di acciaio attivi o effervescenti.

Le parti da zincare dovranno essere pulite e sgrassate (SSPC - SP-63) e sabbiare al metallo bianco secondo SSPC : SP 10; SSA : SA 1/2.

Gli spessori minimi della zincatura varieranno a seconda dello spessore del pezzo da zincare.

| | |
|----------------------------|--------------------------------|
| per s del pezzo < 1 mm | zincatura 350 g/m ² |
| per s del pezzo > 1 < 3 mm | zincatura 450 g/m ² |
| per s del pezzo > 3 < 4 mm | zincatura 500 g/m ² |
| per s del pezzo > 4 < 6 mm | zincatura 600 g/m ² |
| per s del pezzo > 6 mm | zincatura 700 g/m ² |

Sugli oggetti filettati, dopo la zincatura, non si devono effettuare ulteriori operazioni di finitura a mezzo di utensili.

Per la zincatura dei fili di acciaio vale la norma di unificazione:

UNI 7245-73 - Fili di acciaio zincati a caldo per usi generici - Caratteristiche del rivestimento protettivo.

Se non altrimenti disposto dovrà essere impiegato filo zincato di classe P per ambiente aggressivo e M per ambiente normale così come definiti ai punti 3.1 e 3.2 della UNI 7245-73; è vietato per l'estero l'impiego del filo zincato di classe L.

Zincatura dei giunti di saldatura.

Per le giunzioni eseguite per saldatura si dovrà procedere al ripristino della saldatura, secondo le modalità appresso indicate:

- rimuovere lo zinco preesistente per una lunghezza non inferiore a 10 cm;
- pulire e irruvidire la superficie scoperta mediante spazzolatura meccanica;
- metallizzare le superfici mediante spruzzo di particelle di zinco allo stato plastico fino a raggiungere uno spessore non inferiore a 40 microns;
- verniciatura finale come al paragrafo relativo.

Gli spessori indicati nelle specifiche saranno verificati per campione con apposito strumento elettronico, fornito dall'Appaltatore.

L'Appaltatore garantisce la buona applicazione dei rivestimenti in genere contro tutti i difetti di esecuzione del lavoro e si impegna ad eseguirlo secondo le regole dell'arte e della tecnica.

L'Appaltatore eseguirà il lavoro soltanto se le condizioni atmosferiche o ambientali lo consentono in base alle prescrizioni su esposte e programmando il lavoro in modo da rispettare i tempi di esecuzione stabiliti per il ciclo protettivo.

Per le pitturazioni su superfici zincate a passivazione avvenuta dello zinco, realizzata anche con l'applicazione in officina di acido cromico previa fosfatazione con fosfato di zinco, si procederà ad un'accurata sgrassatura con solventi organici o con idonei sali sgrassanti e comunque con trattamento ad acqua calda e idropulitrice a pressione.

Si procederà quindi ad un irruvidimento superficiale con tele abrasive o con spazzolatura leggera.

Sarà applicata infine una mano di vernice poliuretanic alifatica, di tinta a scelta della Direzione Lavori e con uno spessore a film secco di 80 microns, su un fondo di antiruggine

epossidica bicomponente con indurente poliammidico del tipo specifico per superfici zincate e con uno spessore a film secco di 50 microns.

Potrà essere usato in alternativa un ciclo costituito dall'applicazione di vernice tipo AcrilArd con uno spessore a film secco di 70 microns, dato senza la costituzione dello strato di fondo.

I chiusini, le ringhiere di parapetto, i cancelli, le inferriate, le recinzioni e simili opere da fabbro saranno costruite secondo le misure o i disegni di progetto e dei particolari che verranno indicati all'atto esecutivo dalla Direzione Lavori.

I beni inerenti la sicurezza della circolazione stradale (chiusini, barriere ecc...) dovranno essere prodotti, ai sensi della circolare 16 Maggio 1996 n. 2357, nel rispetto della UNI EN ISO 9002/94, rilasciando la relativa dichiarazione di conformità ai sensi delle norme EN 45014 ovvero da una certificazione rilasciata da un organismo di ispezione operante in accordo alle norme in materia.

I manufatti dovranno presentare tutti i regoli ben diritti ed in perfetta composizione.

I tagli delle connesure, per gli elementi incrociati mezzo a mezzo, dovranno essere della medesima precisione ed esattezza, ed il vuoto di uno dovrà esattamente corrispondere al pieno dell'altro, senza ineguaglianza e discontinuità.

Le inferriate con regoli intrecciati ad occhio non presenteranno, nei fori formati a caldo, alcuna fessura che si prolunghi oltre il foro necessario, ed il loro intreccio dovrà essere tale che nessun ferro possa sfilarsi.

Le ringhiere di qualsiasi tipo, sia per terrazze sia per balconi, passaggi, scale e simili, dovranno avere altezza non inferiore a 105 cm misurata in corrispondenza della parte più alta del pavimento e fino al corrimano; nel caso di rampe di scale tale altezza, misurata al centro della pedata, dovrà essere di almeno 95 cm.

Le maglie delle ringhiere dovranno avere apertura non maggiore di 12 cm.

Gli elementi più bassi delle ringhiere dovranno distare dal pavimento non meno di 5 nè più di 8 cm, nel caso di rampe di scale, invece, questa distanza non dovrà superare di 2 cm quella del battente dei gradini.

Nel caso di ringhiere collocate all'esterno dei manufatti cui servono, la loro distanza orizzontale del manufatto stesso non dovrà superare 5 cm.

L'impiego di ringhiere metalliche in cui parti dell'intelaiatura siano costituite da pannelli di vetro, ancorché previsto in progetto, dovrà essere confermato per iscritto dall'Appaltatore all'atto dell'esecuzione.

Nell'ordine relativo dovranno essere specificatamente indicate le modalità di esecuzione e tutti gli altri elementi atti a garantire le necessarie caratteristiche di sicurezza del manufatto in relazione alle condizioni d'impiego.

L'ancoraggio di ogni manufatto dovrà essere tale da garantire un perfetto e robusto fissaggio.

Gli ancoraggi delle ringhiere, comunque, dovranno resistere ad una spinta di 120 kg/m applicata alla sommità delle ringhiere stesse.

Le ringhiere dei balconi e delle terrazze non avranno peso inferiore a 16 kg/mq e quelle delle scale a 13 kg/mq.

Il peso delle inferriate a protezione di finestre od altro non sarà inferiore a 16 kg/mq per superfici fino ad 1 mq ed a 19 kg/mq per superfici maggiori, quello delle recinzioni non dovrà essere, per ciascun battente, inferiore a 25 kg/mq per superfici fino a 2 mq, a 35 kg/mq per superfici fino a 3 mq ed a 45 kg/mq per superfici superiori.

Le superfici suddette corrisponderanno a quelle del poligono regolare circoscrivibile al manufatto considerato, escludendo le grappe, i modelli, le zanche, le bandelle, i bilici, ecc.

Le inferriate fisse dovranno essere munite di una rete in filo di acciaio debitamente intelaiate secondo quanto disporrà il Direttore Lavori.

I cancelli dovranno essere completi della ferramenta di sostegno, di manovra e di chiusura.

Metalli vari, il piombo, lo zinco, lo stagno, il rame e tutti gli altri metallo o leghe metalliche da impiegare nelle costruzioni devono essere delle migliori qualità, ben fusi o laminati a seconda della specie di lavori a cui sono destinati, e scevri da ogni impurità o difetto che ne vizi la forma, o ne alteri la resistenza o la durata.

6.1.23 Copertura Tipo Riverclack®55 O Similare

Sistema di copertura metallica a giunti drenanti avente caratteristiche di tenuta idrica del manto in qualsiasi condizione atmosferica, ivi comprese le condizioni di completo allagamento del manto stesso, e ciò senza l'utilizzo di guarnizioni; le lastre dovranno avere lunghezza uguale a quella della falda.

Il fissaggio delle lastre di copertura sarà eseguito mediante gruppi composti da staffe in poliammide rinforzato vetro e viti in acciaio zincato, che consentiranno l'ancoraggio del manto agli arcarecci sottostanti senza alcuna perforazione delle lastre di copertura e permetteranno altresì il libero movimento per effetto delle dilatazioni e contrazioni termiche.

Caratteristiche geometriche:

- altezza nervatura : 46 mm

- larghezza lastra : 550 mm

Pendenza minima della copertura : 0,4% per falde fino a 30 m

: 0,6% per falde oltre 30 m

Pedonabilità eccellente con interasse appoggi 1.2 m

Caratteristiche meccaniche

| Materiale | Carico Snervamento | Carico Rottura | Durezza brinell |
|---|---------------------------|-------------------------|------------------------|
| Alluminio lega 5754 H 18/28 naturale liscio Spessore: 0,7 - 0,8 mm | ≥ 255 N/mm ² | ≥ 300 N/mm ² | 87 |
| Alluminio lega 5754 H 14/24 naturale liscio Spessore: 1 mm | ≥ 225 N/mm ² | ≥ 265 N/mm ² | 74 |
| Alluminio lega 5754 preverniciato Spessore: 0,7 - 0,8 - 1 mm | ≥ 223 N/mm ² | ≥ 262 N/mm ² | 73 |
| Rame stato DHP crudo naturale Spessore: 0,6 - 0,7 - 0,8 mm | ≥ 380 N/mm ² | ≥ 400 N/mm ² | 120 |
| Acciaio inox AISI 304 Spessore: 0,6 mm | ≥ 285 N/mm ² | ≥ 500 N/mm ² | 140 |

Sistema contro le cadute dall'alto sulla copertura tipo Riverclack® o similare:

Fornitura e posa in opera del sistema contro le cadute dall'alto in acciaio INOX idoneo per l'utilizzo contemporaneo di n.4 operatori, predisposto per utilizzo con navetta scorrevole antisgancio e conforme alla norma tecnica EN 795 / CEN TS 16415 / UNI 11578:2015 tipo C (dispositivi di ancoraggio che utilizzano linee di ancoraggio flessibili orizzontali) che consentano di eseguire, nelle successive fasi di manutenzione, il transito e l'esecuzione dei lavori sulla copertura metallica tipo RIVERCLACK® o similare in condizioni di sicurezza.

Il fabbricante del sistema di ancoraggio contro le cadute dall'alto dichiara di averlo testato e certificato nella sua globalità, comprendente:

- ancoranti (morsetti brevettati che consentono la connessione tra l'elemento da fissare e la struttura di supporto).
- elementi da fissare (es. componente del sistema di ancoraggio progettato per essere fissato alla struttura di supporto.);

- dispositivo di ancoraggio di tipo C (dispositivo di ancoraggio in un ancoraggio lineare che utilizza una linea di ancoraggio flessibile);
- cavo metallico componente la linea di ancoraggio flessibile e relativi dispositivi di collegamento ai dispositivi di ancoraggio di estremità.

Il sistema di ancoraggio tipo COVERLINE®RK o similare si applica direttamente sopra falda di copertura metallica tipo RIVERCLACK® o similare mediante particolari morsetti dedicati che garantiscono impermeabilità nel tempo e capace di interassimilare tra i dispositivi di 15,00 m.

Il sistema è testato per la compatibilità con il sistema tipo RIVERCLACK® o similare senza comprometterne le certificazioni, e verificato in conformità con le condizioni di garanzia da loro offerte.

Il sistema di ancoraggio contro le cadute dall'alto dovrà essere completo di tutti gli accessori quali cavo Ø 8 mm in acciaio INOX AISI 316; terminali di serraggio delle estremità del cavo che assicurino durabilità prestazionale nel tempo (NON sono ammessi morsetti ad "U") in acciaio INOX; forcilla manuale conica da innestarsi all'estremità opposta del cavo performance terminale in acciaio INOX.

Il punto di ancoraggio mobile (dispositivo navetta scorrevole antigancio OPZIONALE) su linea di ancoraggio scorrevole dovrà essere removibile e pertanto certificato CE come dispositivo di protezione individuale di III categoria.

Gli elementi intermedi del dispositivo di ancoraggio contro le cadute dall'alto dovranno permettere lo scorrimento automatico senza interruzioni del punto di ancoraggio mobile lungo l'interlinea di ancoraggio flessibile.

Ad integrazione e complemento delle linee in classe/tipo C dovranno essere posti in opera punti di ancoraggio di TIPO A con morsetti brevettati dedicati al tipo Riverclack® o similare, che consentano il transito per brevi percorsi (a titolo esemplificativo dal punto di accesso alla copertura fino al sistema di TIPO C) in condizioni di sicurezza, lo stazionamento in quota in condizioni di sicurezza e la prevenzione dal pericolo di effetto pendolo.

Il sistema di ancoraggio contro le cadute dall'alto dovrà essere corredato di nota informativa riportante:

- schede tecniche dei prodotti;
- indicazioni per uso e manutenzione.
- istruzioni per esecuzione corretta posa;

- dichiarazioni di conformità EN 795 / CEN TS 16415 UNI11578:2015 rilasciata da ENTE TERZO certificato e notificato al MINISTERO;
- scheda per la dichiarazione di corretta installazione;
- istruzioni per identificazione dei riferimenti dei sistemi;
- scheda registro utilizzi;
- scheda registro ispezioni periodiche programmate.

6.2 Modalità Di Esecuzione

6.2.1 Scavi, Rilevati, Fondazioni E Demolizioni

6.2.1.1 Scavi in genere

Gli scavi in genere per qualsiasi lavoro, a mano o con mezzi meccanici, dovranno essere eseguiti secondo i disegni di progetto e la relazione geologica e geotecnica di cui al DMLLPP dell'11 marzo 1988 (d'ora in poi DMLLPP 11.03.88), integrato dalle istruzioni applicative di cui alla CMLLPP n. 218/24/3 del 9 gennaio 1996, nonché secondo le particolari prescrizioni che saranno date all'atto esecutivo dalla Direzione dei Lavori.

Nell'esecuzione degli scavi in genere l'Appaltatore dovrà procedere in modo da impedire scoscendimenti e franamenti, restando esso, oltreché totalmente responsabile di eventuali danni alle persone e alle opere, altresì obbligato a provvedere a suo carico e spese alla rimozione delle materie franate.

L'Appaltatore dovrà, altresì, provvedere a sue spese affinché le acque scorrenti alla superficie del terreno siano deviate in modo che non abbiano a riversarsi nei cavi.

Le materie provenienti dagli scavi, ove non siano utilizzabili o non ritenute adatte (a giudizio insindacabile della Direzione dei Lavori), ad altro impiego nei lavori, dovranno essere portate fuori della sede del cantiere, alle pubbliche discariche ovvero su aree che l'Appaltatore dovrà provvedere a rendere disponibili a sua cura e spese.

Qualora le materie provenienti dagli scavi debbano essere successivamente utilizzate, esse dovranno essere depositate previo assenso della Direzione dei Lavori, per essere poi riprese a tempo opportuno. In ogni caso le materie depositate non dovranno essere di danno ai lavori, alle proprietà pubbliche o private ed al libero deflusso delle acque scorrenti alla superficie.

La Direzione dei Lavori potrà fare asportare, a spese dell'Appaltatore, le materie depositate in contravvenzione alle precedenti disposizioni.

Qualora i materiali siano ceduti all'Appaltatore, si applica il disposto del comma 3, dell'art. 36 del Cap. Gen. n. 145/00.

6.2.1.2 Scavi di sbancamento

Per scavi di sbancamento o sterri andanti s'intendono quelli occorrenti per lo spianamento o sistemazione del terreno su cui dovranno sorgere le costruzioni, per tagli di terrapieni, per la formazione di cortili, giardini, scantinati, piani di appoggio per platee di fondazione, vespai, rampe incassate o trincee stradali, ecc., e in generale tutti quelli eseguiti a sezione aperta su

vasta superficie ove sia possibile l'allontanamento delle materie di scavo evitandone il sollevamento, ma non escludendo l'impiego di rampe provvisorie, etc...

Gli scavi di sbancamento si misureranno col metodo delle sezioni ragguagliate, tenendo conto del volume effettivo "in loco". Le misurazioni verranno effettuate in contraddittorio con l'appaltatore all'atto della consegna.

6.2.1.3 Scavi di fondazione od in trincea

Per scavi di fondazione in generale si intendono quelli incassati ed a sezione ristretta necessari per dar luogo ai muri o pilastri di fondazione propriamente detti.

In ogni caso saranno considerati come scavi di fondazione quelli per dar luogo alle fogne, condutture, fossi e cunette.

Nell'esecuzione di detti scavi per raggiungere il piano di posa della fondazione si deve tener conto di quanto specificato nel DMLLPP 11.03.88 al punto A.2, al punto D.2 ed alla sezione G.

Il terreno di fondazione non deve subire rimaneggiamenti e deterioramenti prima della costruzione dell'opera. Eventuali acque ruscellanti o stagnanti devono essere allontanate dagli scavi. Il piano di posa degli elementi strutturali di fondazione deve essere regolarizzato e protetto con conglomerato magro o altro materiale idoneo.

Nel caso che per eseguire gli scavi si renda necessario deprimere il livello della falda idrica si dovranno valutare i cedimenti del terreno circostante; ove questi non risultino compatibili con la stabilità e la funzionalità delle opere esistenti, si dovranno opportunamente modificare le modalità esecutive. Si dovrà, nel caso in esame, eseguire la verifica al sifonamento. Per scavi profondi, si dovrà eseguire la verifica di stabilità nei riguardi delle rotture del fondo.

Qualunque sia la natura e la qualità del terreno, gli scavi per fondazione, dovranno essere spinti fino alla profondità che dalla Direzione dei Lavori verrà ordinata all'atto della loro esecuzione. Le profondità, che si trovano indicate nei disegni, sono, infatti, di stima preliminare e l'Amministrazione appaltante si riserva piena facoltà di variarle nella misura che reputerà più conveniente, senza che ciò possa dare all'appaltatore motivo alcuno di fare eccezioni o domande di speciali compensi, avendo egli soltanto diritto al pagamento del lavoro eseguito, coi prezzi contrattuali stabiliti per le varie profondità da raggiungere.

È vietato all'appaltatore, sotto pena di demolire il già fatto, di por mano alle murature prima che la Direzione dei Lavori abbia verificato ed accettato i piani delle fondazioni. I piani di fondazione dovranno essere generalmente orizzontali, ma per quelle opere che cadono

sopra falde inclinate, dovranno, a richiesta della Direzione dei Lavori, essere disposti a gradini ed anche con determinate contropendenze.

Compiuta la muratura di fondazione, lo scavo che resta vuoto, dovrà essere diligentemente riempito e costipato, a cura e spese dell'appaltatore, con le stesse materie scavate, sino al piano del terreno naturale primitivo.

Gli scavi per fondazione dovranno, quando occorra, essere solidamente puntellati e sbadacchiati con robuste armature, in modo da proteggere contro ogni pericolo gli operai, ed impedire ogni smottamento di materia durante l'esecuzione tanto degli scavi che delle murature.

L'Appaltatore è responsabile dei danni ai lavori, alle persone, alle proprietà pubbliche e private che potessero accadere per la mancanza o insufficienza di tali puntellazioni e sbadacchiature, alle quali egli deve provvedere di propria iniziativa, adottando anche tutte le altre precauzioni riconosciute necessarie, senza rifiutarsi per nessun pretesto di ottemperare alle prescrizioni che al riguardo gli venissero impartite dalla Direzione dei Lavori.

Col procedere delle murature l'Appaltatore potrà recuperare i legnami costituenti le armature, sempreché non si tratti di armature formanti parte integrante dell'opera, da restare quindi in posto in proprietà dell'Amministrazione; i legnami però, che a giudizio della Direzione dei Lavori, non potessero essere tolti senza pericolo o danno del lavoro, dovranno essere abbandonati negli scavi.

6.2.1.4 Rilevati e rinterrati

Per la formazione dei rilevati o per qualunque opera di rinterro, ovvero per riempire i vuoti tra le pareti degli scavi e le murature, o da addossare alle murature, e fino alle quote prescritte dalla Direzione dei Lavori, si impiegheranno in generale e, salvo quanto segue, fino al loro totale esaurimento, tutte le materie provenienti dagli scavi di qualsiasi genere eseguiti per quel cantiere, in quanto disponibili ed adatte, a giudizio della Direzione dei Lavori, per la formazione dei rilevati.

Quando venissero a mancare in tutto o in parte i materiali di cui sopra, si preleveranno le materie occorrenti ovunque l'Appaltatore crederà di sua convenienza, purché i materiali siano riconosciuti idonei dalla Direzione dei Lavori.

Per rilevati e rinterrati da addossarsi alle murature, si dovranno sempre impiegare materie sciolte, o ghiaiose, restando vietato in modo assoluto l'impiego di quelle argillose e, in generale, di tutte quelle che con l'assorbimento di acqua si rammolliscono e si gonfiano generando spinte. Sono da preferire le terre a grana media o grossa. Le terre a grana fine possono essere impiegate per opere di modesta importanza e quando non sia possibile

reperire materiali migliori. Si possono adoperare anche materiali ottenuti dalla frantumazione di rocce.

Nella formazione dei suddetti rilevati, rinterri e riempimenti dovrà essere usata ogni diligenza perché la loro esecuzione proceda per strati orizzontali di eguale altezza, disponendo contemporaneamente le materie bene sminuzzate con la maggiore regolarità e precauzione, in modo da caricare uniformemente le murature su tutti i lati e da evitare le sfiancature che potrebbero derivare da un carico male distribuito.

Il coefficiente di sicurezza riferito alla stabilità del sistema manufatto - terreno di fondazione non deve risultare inferiore a 1,3.

Le materie trasportate in rilevato o rinterro con vagoni, automezzi o carretti non potranno essere scaricate direttamente contro le murature, ma dovranno depositarsi in vicinanza dell'opera per essere riprese poi al momento della formazione dei suddetti rinterri.

Per tali movimenti di materie dovrà sempre provvedersi alla pilonatura delle materie stesse, da farsi secondo le prescrizioni che verranno indicate dalla Direzione dei Lavori.

È vietato addossare terrapieni a murature di fresca costruzione.

Tutte le riparazioni o ricostruzioni che si rendessero necessarie per la mancata od imperfetta osservanza delle prescrizioni del presente paragrafo, saranno a completo carico dell'Appaltatore.

È obbligo dell'Appaltatore, escluso qualsiasi compenso, di dare ai rilevati durante la loro costruzione, quelle maggiori dimensioni richieste dall'asestamento delle terre, affinché all'epoca del collaudo i rilevati eseguiti abbiano dimensioni non inferiori a quelle ordinate.

L'Appaltatore dovrà consegnare i rilevati con scarpate regolari e spianate, con i cigli bene allineati e profilati e compiendo a sue spese, durante l'esecuzione dei lavori e fino al collaudo, gli occorrenti ricarichi o tagli, la ripresa e la sistemazione delle scarpate e l'espurgo dei fossi.

La superficie del terreno sulla quale dovranno elevarsi i terrapieni, sarà previamente scoticata, ove occorra, e se inclinata sarà tagliata a gradoni con leggera pendenza verso il monte.

6.2.1.5 *Fondazioni continue*

1. Le fondazioni continue possono essere di tre tipologie:

- *fondazioni continue in pietrame o in calcestruzzo;*
- *fondazioni a plinto;*

– *fondazioni a platea.*

2. Si ricorrerà a fondazioni continue in pietrame o in calcestruzzo nel caso in cui il terreno idoneo alla fondazione si trovi ad una profondità non superiore a 1,0 m. In tal caso si procede, in genere, ad una gettata di calcestruzzo di calce idraulica o di cemento, oppure con murature di pietrame e malta di calce idraulica o di cemento, oppure con muratura di pietrame e malta di calce idraulica. Le gettate di calcestruzzo, se a mano, devono essere eseguite stendendo lo smalto a strati orizzontali di spessore di circa 10 cm. Una volta effettuata detta operazione, gli strati devono essere sottoposti ad una pressione tale da far emergere in superficie il latte della calce o del cemento. È fondamentale che al termine di detti procedimenti, le particelle risultino tutte perfettamente assestate. Si procede in modo analogo anche nel caso di utilizzo di un'autobetoniera.

3. In caso di terreno poco resistente, per allargare la base d'appoggio, anziché approfondire lo scavo, lo si può allargare con una piastra su plinti isolati disposti in corrispondenza dei fulcri portanti. La superficie di ciascun plinto deve essere tale da corrispondere alla capacità di resistenza del terreno in relazione al carico gravante.

4. In caso di terreno poco resistente o di costruzioni antisismiche, per allargare la base d'appoggio, anziché approfondire lo scavo, lo si può allargare con una piastra anche continua. Detta piastra, indicata con il nome di platea, occupa generalmente tutta la superficie fabbricata e si comporta come una piastra in cemento armato nel senso che:

- distribuisce il carico su una grande superficie di terreno in modo da gravitarlo unitariamente in misura limitata;
- rende l'intera struttura solidale sia nelle pareti sia, nell'insieme, con il fondo.

6.2.1.6 Fondazioni su pali

1. Nel caso in cui il terreno risulti particolarmente tenero e/o comunque inadatto ad una fondazione di tipo superficiale (diretta) si ricorrerà a fondazioni su pali collegati con un'intelaiatura superiore a forma di piastra continua, che ha lo scopo di distribuire uniformemente il carico.

2. Le palificazioni sono costituite da elementi strutturali di fondazione - infissi o costruiti dalla superficie del terreno - in grado di trasmettere al sottosuolo le forze ed i carichi applicati dalle sovrastrutture, non solo attraverso tensioni normali sulla base, ma anche attraverso tensioni tangenziali sulla superficie laterale. Le palificazioni potranno essere composte da:

- pali di legno infissi;

- pali di calcestruzzo armato infissi;
- pali trivellati di calcestruzzo armato costruiti in opera.

3. I pali infissi possono essere delle tipologie di seguito riportate.

6.2.1.7 Pali di conglomerato cementizio armato

I pali prefabbricati saranno centrifugati a sezione cava.

Il conglomerato cementizio impiegato dovrà avere una resistenza caratteristica a 28 giorni non inferiore a 40 N/mm² e dovrà essere esente da porosità o altri difetti.

Il cemento sarà pozzolanico, ferrico pozzolanico o d'altoforno e dovrà essere, in ogni caso, esente da porosità o altri difetti.

La Direzione dei Lavori potrà anche ordinare rivestimenti protettivi.

Il copriferro dovrà essere di almeno 3 cm.

I pali dovranno essere muniti di robuste puntazze metalliche ancorate al conglomerato.

L'infissione verrà fatta con i sistemi ed accorgimenti previsti per i pali di legno.

I magli, se a caduta libera, dovranno essere di peso non inferiore a quello del palo da infiggere.

Allo scopo di evitare la rottura delle teste dei pali durante l'infissione, saranno applicate sopra di esse protezioni di legname entro cerchiature di ferro.

Lo spostamento planimetrico della posizione teorica dei pali non potrà superare 10 cm e l'inclinazione finale, rispetto all'asse teorico, non dovrà superare il 3%.

Per valori degli spostamenti superiori a quelli indicati, la Direzione dei Lavori potrà richiedere che i pali siano rimossi e sostituiti.

Per ogni palo dovranno venire rilevati e trascritti su apposito registro, i seguenti elementi:

- lunghezza;
- diametro esterno alla punta ed alla testa;
- diametro interno alla punta ed alla testa;
- profondità raggiunta;
- rifiuto;
- tipo di battipalo;

- peso del maglio;
- altezza di caduta del maglio;
- caratteristiche della cuffia;
- peso della cuffia;
- energia d’urto;
- efficienza del battipalo.

Occorrerà inoltre registrare il numero di colpi necessario all’affondamento del palo per ciascun tratto di 50 cm finché la resistenza alla penetrazione risulti minore di un colpo per ogni 1,5 ÷ 2 cm, o per ciascun tratto di 10 cm quando la resistenza alla penetrazione superi i valori sopracitati.

Sul fusto del palo dovranno essere riportate delle tacche distanziate tra loro di un metro a partire dalla punta del palo onde poterne controllare la penetrazione progressiva.

Qualora durante l’infissione si verificassero scheggiature, lesioni di qualsiasi genere oppure deviazioni dell’asse, che a giudizio della Direzione dei Lavori non fossero tollerabili, il palo dovrà essere rimosso e sostituito.

4. I pali costruiti in opera possono essere delle tipologie di seguito riportate.

6.2.1.8 Pali trivellati in cemento armato

Lo scavo per la costruzione dei pali trivellati verrà eseguito asportando il terreno corrispondente al volume del fusto del palo. Il sostegno delle pareti dello scavo, in dipendenza della natura del terreno e delle altre condizioni cui l’esecuzione dei pali può essere soggetta, sarà assicurato in uno dei seguenti modi:

mediante infissione di rivestimento tubolare provvisorio in acciaio;

con l’ausilio di fanghi bentonitici in quiete nel cavo od in circolazione tra il cavo ed una apparecchiatura di separazione dei detriti.

Per i pali trivellati su terreno sommerso d’acqua si farà ricorso, per l’attraversamento del battente d’acqua, all’impiego di un rivestimento tubolare di acciaio opportunamente infisso nel terreno di imposta, avente le necessarie caratteristiche meccaniche per resistere agli sforzi ed alle sollecitazioni indotte durante l’infissione anche con uso di vibratori; esso sarà di lunghezza tale da sporgere dal pelo d’acqua in modo da evitare invasamenti e consentire sia l’esecuzione degli scavi che la confezione del palo. Tale rivestimento tubolare costituirà cassero a perdere per la parte del palo interessata dal battente d’acqua.

L'infissione del tubo - forma dovrà, in ogni caso, precedere lo scavo.

Nel caso in cui non si impieghi il tubo di rivestimento il diametro nominale del palo sarà pari al diametro dell'utensile di perforazione.

Qualora si impieghi fango di perforazione per il sostegno delle pareti del foro, si procederà con le modalità stabilite per i diaframmi in calcestruzzo armato di cui al precedente paragrafo del presente capitolato.

Raggiunta la quota fissata per la base del palo, il fondo dovrà essere accuratamente sgombrato dai detriti di perforazione, melma, materiale sciolto smosso dagli utensili di perforazione, ecc.

L'esecuzione del getto del conglomerato cementizio sarà effettuata con impiego del tubo di convogliamento, munito di imbuto di caricamento.

Il cemento sarà del tipo pozzolanico o d'altoforno.

In nessun caso sarà consentito di porre in opera il conglomerato cementizio precipitandolo nel cavo direttamente dalla bocca del foro.

L'Appaltatore dovrà predisporre impianti ed attrezzature per la confezione, il trasporto e la posa in opera del conglomerato cementizio di potenzialità tale da consentire il completamento delle operazioni di getto di ogni palo, qualunque ne sia il diametro e la lunghezza senza interruzioni.

Nel caso di impiego del tubo di rivestimento provvisorio, l'estrazione dello stesso dovrà essere eseguita gradualmente adottando tutti gli accorgimenti necessari per evitare che si creino distacchi, discontinuità od inclusioni di materiali estranei al corpo del palo.

Le armature metalliche dovranno essere assemblate fuori opera e calate nel foro prima dell'inizio del getto del conglomerato cementizio; nel caso in cui il palo sia armato per tutta la lunghezza, esse dovranno essere mantenute in posto nel foro, sospendendole dall'alto e non appoggiandole sul fondo.

Le armature dovranno essere provviste di opportuni dispositivi distanziatori e centratori atti a garantire una adeguata copertura di conglomerato cementizio sui ferri che sarà di 5 cm.

I sistemi di getto dovranno essere in ogni caso tali da non danneggiare l'armatura né alterarne la posizione, rispetto ai disegni di progetto.

A giudizio della Direzione dei Lavori, i pali che ad un controllo, anche con trivellazione in asse, risultassero comunque difettosi, dovranno essere rifatti.

6.2.2 Strutture Di Murature, Calcestruzzo, Acciaio, Legno

6.2.2.1 Opere e strutture di calcestruzzo

1. Impasti di conglomerato cementizio

Gli impasti di conglomerato cementizio dovranno essere eseguiti in conformità con quanto previsto nel DM 14 gennaio 2008 all’art. 11.2.9 e s.m.i..

La distribuzione granulometrica degli inerti, il tipo di cemento e la consistenza dell’impasto, devono essere adeguati alla particolare destinazione del getto ed al procedimento di posa in opera del conglomerato.

Il quantitativo d’acqua deve essere il minimo necessario a consentire una buona lavorabilità del conglomerato tenendo conto anche dell’acqua contenuta negli inerti.

Partendo dagli elementi già fissati il rapporto acqua - cemento, e quindi il dosaggio del cemento, dovrà essere scelto in relazione alla resistenza richiesta per il conglomerato.

L’impiego degli additivi dovrà essere subordinato all’accertamento dell’assenza di ogni pericolo di aggressività.

L’impasto deve essere effettuato con mezzi idonei ed il dosaggio dei componenti eseguito con modalità atte a garantire la costanza del proporzionamento previsto in sede di progetto.

2. Controlli sul conglomerato cementizio

I controlli sul conglomerato saranno eseguiti secondo le prescrizioni di cui agli articoli 11.2.2, 11.2.3, 11.2.4, 11.2.5, 11.2.6 e 11.2.7 del DM 14 gennaio 2008 ed avranno lo scopo di accertare che il conglomerato abbia una resistenza caratteristica a compressione non inferiore a quella richiesta dal progetto.

Il controllo di qualità del conglomerato si articola nelle seguenti fasi: studio preliminare di qualificazione, controllo di accettazione, prove complementari. Il prelievo dei campioni necessari avviene, al momento della posa in opera ed alla presenza del Direttore dei Lavori o di persona di sua fiducia. Il calcestruzzo necessario per la confezione di un gruppo di due provini deve essere prelevato dagli impasti, al momento della posa in opera e alla presenza del Direttore dei Lavori o di persona di sua fiducia.

3. Norme di esecuzione per il cemento armato normale

Per l’esecuzione di opere in cemento armato normale, è ammesso esclusivamente l’impiego di acciai saldabili qualificati secondo le procedure di cui all’art. 11.3.1.2 del DM 14 gennaio 2008.

L'appaltatore deve inoltre attenersi alle prescrizioni contenute all'art. 11.3.2 del summenzionato decreto.

a) Gli impasti devono essere preparati e trasportati in modo da escludere pericoli di segregazione dei componenti o di prematuro inizio della presa al momento del getto. Il getto deve essere convenientemente compattato e la relativa superficie deve essere mantenuta umida per almeno tre giorni.

Non si deve mettere in opera il conglomerato a temperature minori di 0 °C, salvo il ricorso ad opportune cautele.

b) Le giunzioni delle barre in zona tesa, quando non evitabili, devono essere realizzate possibilmente nelle regioni di minor sollecitazione, in ogni caso devono essere opportunamente sfalsate. Le giunzioni di cui sopra possono effettuarsi mediante:

– saldature eseguite in conformità delle norme in vigore sulle saldature;

– manicotto filettato;

– sovrapposizione calcolata in modo da assicurare l'ancoraggio di ciascuna barra. In ogni caso la lunghezza di sovrapposizione in retto deve essere non minore di 20 volte il diametro e la prosecuzione di ciascuna barra deve essere deviata verso la zona compromessa. La distanza mutua (interferro) nella sovrapposizione non deve superare 6 volte il diametro.

c) Le barre piegate devono presentare, nelle piegature, un raccordo circolare di raggio non minore di 6 volte il diametro. Per barre di acciaio inossidabile a freddo le piegature non possono essere effettuate a caldo.

d) La superficie dell'armatura resistente deve distare dalle facce esterne del conglomerato di almeno 0,8 cm nel caso di solette, setti e pareti, e di almeno 2 cm nel caso di travi e pilastri. Tali misure devono essere aumentate, e al massimo rispettivamente portate a 2 cm per le solette ed a 4 cm per le travi ed i pilastri, in presenza di salsedine marina ed altri agenti aggressivi. Copriferrì maggiori richiedono opportuni provvedimenti intesi ad evitare il distacco (per esempio reti).

Le superfici delle barre devono essere mutuamente distanziate in ogni direzione di almeno una volta il diametro delle barre medesime e, in ogni caso, non meno di 2 cm.

Si potrà derogare a quanto sopra raggruppando le barre a coppie ed aumentando la mutua distanza minima tra le coppie ad almeno 4 cm.

Per le barre di sezione non circolare si deve considerare il diametro del cerchio circoscritto.

- e) Il disarmo deve avvenire per gradi ed in modo da evitare azioni dinamiche. Esso non deve inoltre avvenire prima che la resistenza del conglomerato abbia raggiunto il valore necessario in relazione all'impiego della struttura all'atto del disarmo, tenendo anche conto delle altre esigenze progettuali e costruttive; la decisione è lasciata al giudizio del Direttore dei lavori.

4. Norme di esecuzione per il cemento armato precompresso

Nell'esecuzione delle opere di cemento armato precompresso è ammesso esclusivamente l'impiego di acciai qualificati secondo le procedure di cui all'art. 11.3.1.2 del DM 14 gennaio 2008 e s.m.i..

L'appaltatore deve inoltre attenersi alle prescrizioni contenute all'art. 11.3.3 del summenzionato decreto.

- a) Il getto deve essere costipato per mezzo di vibratori ad ago od a lamina, ovvero con vibratori esterni, facendo particolare attenzione a non deteriorare le guaine dei cavi
- b) Le superfici esterne dei cavi post-tesi devono distare dalla superficie del conglomerato non meno di 25 mm nei casi normali, e non meno di 35 mm in caso di strutture site all'esterno o in ambiente aggressivo. Il ricoprimento delle armature pre-tese non deve essere inferiore a 15 mm o al diametro massimo dell'inerte impiegato, e non meno di 25 mm in caso di strutture site all'esterno o in ambiente aggressivo.
- c) Dietro gli apparecchi di ancoraggio deve disporsi un'armatura tridirezionale atta ad assorbire, con largo margine, gli sforzi di trazione e di taglio derivanti dalla diffusione delle forze concentrate, ivi comprese le eventuali reazioni vincolari.
- d) Nel corso dell'operazione di posa si deve evitare, con particolare cura, di danneggiare l'acciaio con intagli, pieghe, etc...
- e) Si deve altresì prendere ogni precauzione per evitare che i fili subiscano danni di corrosione sia nei depositi di approvvigionamento sia in opera, fino alla ultimazione della struttura. All'atto della messa in tiro si debbono misurare contemporaneamente lo sforzo applicato e l'allungamento conseguito; i due dati debbono essere confrontati tenendo presente la forma del diagramma sforzi allungamenti a scopo di controllo delle perdite per attrito.

L'esecuzione delle guaine, le caratteristiche della malta, le modalità delle iniezioni devono egualmente rispettare le suddette norme.

5. Responsabilità per le opere in calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso

Nell’esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso l’appaltatore deve attenersi strettamente a tutte le disposizioni contenute nelle leggi n. 1086/71 e n. 64/1974, , così come riunite nel Testo Unico per l’Edilizia di cui al DPR 6 giugno 2001, n. 380, e nell’art. 5 del DL 28 maggio 2004, n. 136, convertito in legge, con modificazioni, dall’art. 1 della legge 27 luglio 2004, n. 186 e ss. mm. ii.

Per le costruzioni ricadenti in zone dichiarate sismiche si dovrà fare riferimento alla normativa vigente e in particolare alle specifiche indicate nel summenzionato decreto ai capitoli 7 e 11.9 nonché negli allegati A e B dello stesso.

L’esame e verifica da parte della Direzione dei Lavori dei progetti delle varie strutture in cemento armato non esonera in alcun modo l’appaltatore e il progettista delle strutture dalle responsabilità loro derivanti per legge e per le precise pattuizioni del contratto.

6.2.2.2 Strutture prefabbricate di calcestruzzo armato e precompresso

1. Con struttura prefabbricata si intende una struttura realizzata mediante l’associazione e/o il completamento in opera, di più elementi costruiti in stabilimento o a piè d’opera. La progettazione, l’esecuzione e il collaudo delle costruzioni prefabbricate sono disciplinate dalle disposizioni contenute nel DMLLPP del 3 dicembre 1987, “Norme tecniche per la progettazione, l’esecuzione ed il collaudo delle strutture prefabbricate” (d’ora in poi DM 3.12.87) e nella circolare 16 marzo 1989 n. 31104, “Istruzioni in merito alle norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo delle costruzioni prefabbricate” nonché da ogni altra disposizione in materia. Gli elementi prefabbricati utilizzati e montati dall’impresa costruttrice dovranno essere “manufatti prodotti in serie”, ossia manufatti il cui impiego, singolo o insieme ad altri componenti, è ripetitivo. Sono previste per detti manufatti due categorie di produzione a “serie controllata” ed a “serie dichiarata” (vedi comma 6 del presente paragrafo).

2. Posa in opera

Durante la fase di posa e regolazione degli elementi prefabbricati si devono adottare gli accorgimenti necessari per ridurre le sollecitazioni di natura dinamica conseguenti al movimento degli elementi ed evitare forti concentrazioni di sforzo. I dispositivi di regolazione devono consentire il rispetto delle tolleranze previste nel progetto, tenendo conto sia di quelle di produzione degli elementi prefabbricati, sia di quelle di esecuzione dell’unione. Gli eventuali dispositivi di vincolo impiegati durante la posa, se lasciati definitivamente in sito, non devono alterare il corretto funzionamento dell’unione realizzata e comunque generare concentrazioni di sforzo.

3. Unioni e giunti

Per «unioni» si intendono collegamenti tra parti strutturali atti alla trasmissione di sollecitazioni. Per «giunti» si intendono spazi tra parti strutturali atti a consentire spostamenti mutui senza trasmissione di sollecitazioni.

I materiali impiegati con funzione strutturale nelle unioni devono avere, di regola, una durabilità, resistenza al fuoco e protezione, almeno pari a quella degli elementi da collegare. Ove queste condizioni non fossero rispettate i limiti dell'intera struttura vanno definiti con riguardo all'elemento significativo più debole.

I giunti aventi superfici affacciate, devono garantire un adeguato distanziamento delle superfici medesime per consentire i movimenti prevedibili.

Il Direttore dei lavori dovrà verificare che eventuali opere di finitura non pregiudichino il libero funzionamento del giunto.

4. Appoggi

Gli appoggi devono essere tali da soddisfare le condizioni di resistenza dell'elemento appoggiato, dell'eventuale apparecchio di appoggio e del sostegno, tenendo conto delle variazioni termiche, della deformabilità delle strutture e dei fenomeni lenti.

Per elementi di solaio o simili deve essere garantita una profondità dell'appoggio, a posa avvenuta, non inferiore a 3 cm, se è prevista in opera la formazione della continuità dell'unione, e non inferiore a 5 cm, se definitivo.

Per appoggi discontinui (nervature, denti) i valori precedenti vanno raddoppiati.

Per le travi, la profondità minima dell'appoggio definitivo deve essere non inferiore a $(8 + l/300)$ cm, essendo «l» la luce netta della trave in centimetri.

In zona sismica non sono consentiti appoggi nei quali la trasmissione di forze orizzontali sia affidata al solo attrito. Appoggi di questo tipo sono consentiti ove non venga messa in conto la capacità di trasmettere azioni orizzontali; l'appoggio deve consentire spostamenti relativi secondo quanto previsto dalle norme sismiche.

5. Montaggio

Nel rispetto delle vigenti norme antinfortunistiche i mezzi di sollevamento dovranno essere proporzionati per la massima prestazione prevista nel programma di montaggio. Nella fase di messa in opera dell'elemento prefabbricato fino al contatto con gli appoggi, i mezzi devono avere velocità di posa commisurata con le caratteristiche del piano di appoggio e con

quella dell'elemento stesso. La velocità di discesa deve essere tale da poter considerare non influenti le forze dinamiche di urto.

Gli elementi vanno posizionati dove e come indicato in progetto.

In presenza di getti integrativi eseguiti in opera, che concorrono alla stabilità della struttura anche nelle fasi intermedie, il programma di montaggio sarà condizionato dai tempi di maturazione richiesti per questi, secondo le prescrizioni di progetto.

L'elemento può essere svincolato dall'apparecchiatura di posa solo dopo che è stata assicurata la sua stabilità.

L'elemento deve essere stabile di fronte all'azione del:

- peso proprio;
- vento;
- azioni di successive operazioni di montaggio;
- azioni orizzontali convenzionali.

L'attrezzatura impiegata per garantire la stabilità nella fase transitoria che precede il definitivo completamento dell'opera deve essere munita di apparecchiature, ove necessarie, per consentire, in condizioni di sicurezza, le operazioni di registrazione dell'elemento (piccoli spostamenti delle tre coordinate, piccole rotazioni, ecc.) e, dopo il fissaggio definitivo degli elementi, le operazioni di recupero dell'attrezzatura stessa, senza provocare danni agli elementi stessi.

Deve essere previsto nel progetto un ordine di montaggio tale da evitare che si determinino strutture temporaneamente labili o instabili nel loro insieme.

La corrispondenza dei manufatti al progetto sotto tutti gli aspetti rilevabili al montaggio (forme, dimensioni e relative tolleranze) sarà verificata dalla Direzione dei Lavori, che escluderà l'impiego di manufatti non rispondenti.

6. Accettazione

Tutte le forniture di componenti strutturali prodotti in serie controllata possono essere accettate senza ulteriori controlli dei materiali, né prove di carico dei componenti isolati, se accompagnati da un certificato di origine firmato dal produttore e dal tecnico responsabile della produzione e attestante che gli elementi sono stati prodotti in serie controllata e recante in allegato copia del relativo estratto del registro di produzione e degli estremi dei certificati di verifica preventiva del laboratorio ufficiale. Per i componenti strutturali prodotti

in serie dichiarata si deve verificare che esista una dichiarazione di conformità alle norme di cui al comma 1 rilasciata dal produttore.

6.2.2.3 Solai

1. Le coperture degli ambienti e dei vani e le suddivisioni orizzontali tra gli stessi dovranno essere tali da sopportare, a seconda della destinazione prevista per i relativi locali, i carichi comprensivi degli effetti dinamici ordinari, previsti nel DM 14 gennaio 2008 e s.m.i..

L'Appaltatore dovrà provvedere ad assicurare solidamente alla faccia inferiore di tutti i solai ganci di ferro appendilumi del numero, forma e posizione che, a sua richiesta, saranno precisati dalla Direzione dei Lavori.

2. Le coperture degli ambienti e dei vani e le partizioni orizzontali potranno essere eseguite secondo le tipologie di seguito elencate.

Solai di cemento armato o misti

Detta categoria comprende i solai, sia eseguiti in opera che derivanti dall'associazione di elementi prefabbricati, realizzati esclusivamente in calcestruzzo armato o calcestruzzo armato precompresso o misti in calcestruzzo armato precompresso e blocchi in laterizio od in altri materiali.

Per detti solai valgono le prescrizioni già date per le opere in calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso e, in particolare, valgono le prescrizioni contenute nel DM 14 gennaio 2008 e s.m.i..

I solai di calcestruzzo armato o misti sono così classificati:

- a) solai con getto pieno di calcestruzzo armato o di calcestruzzo armato precompresso;
- b) solai misti di calcestruzzo armato, calcestruzzo armato precompresso e blocchi interposti di alleggerimento collaboranti e non, di laterizio od altro materiale;
- c) solai realizzati dall'associazione di elementi di calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso prefabbricati con unioni e/o getti di completamento.

Per i solai del tipo a) valgono integralmente le prescrizioni del precedente paragrafo.

I solai del tipo b) e c) sono soggetti anche alle norme complementari riportate nei successivi punti.

Solai misti di calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso e blocchi forati di laterizio

I solai misti di cemento armato normale e precompresso e blocchi forati di laterizio si distinguono nelle seguenti categorie:

1. solai con blocchi aventi funzione principale di alleggerimento;
2. solai con blocchi aventi funzione statica in collaborazione con il conglomerato.

I blocchi di cui al secondo punto devono essere conformati in modo che nel solaio in opera sia assicurata con continuità la trasmissione degli sforzi dall'uno all'altro elemento.

Nel caso si richieda al laterizio il concorso alla resistenza agli sforzi tangenziali, si devono usare elementi monoblocco disposti in modo che nelle file adiacenti, comprendenti una nervatura di conglomerato, i giunti risultino sfalsati tra loro. In ogni caso, ove sia prevista una soletta di conglomerato staticamente integrativa di altra di laterizio, quest'ultima deve avere forma e finitura tali da assicurare la solidarietà ai fini della trasmissione degli sforzi tangenziali.

Per entrambe le categorie il profilo dei blocchi delimitante la nervatura di conglomerato da gettarsi in opera non deve presentare risvolti che ostacolino il deflusso di calcestruzzo e restringano la sezione delle nervature stesse.

La larghezza minima delle nervature di calcestruzzo per solai con nervature gettate o completate in opera non deve essere minore di 1/8 dell'interasse e comunque non inferiore a 8 cm.

Nel caso di produzione di serie in stabilimento di pannelli di solaio completi il limite minimo predetto potrà scendere a 5 cm.

L'interasse delle nervature non deve in ogni caso essere maggiore di 15 volte lo spessore medio della soletta, il blocco interposto deve avere dimensione massima inferiore a 52 cm.

Caratteristiche dei blocchi

1. Spessore delle pareti e dei setti dei blocchi

Lo spessore delle pareti orizzontali compresse non deve essere minore di 8 mm, quello delle pareti perimetrali non minore di 8 mm, quello dei setti non minore di 7 mm.

Tutte le intersezioni dovranno essere raccordate con raggio di curvatura, al netto delle tolleranze, maggiori di 3 mm.

Si devono adottare forme semplici, caratterizzate da setti rettilinei ed allineati, particolarmente in direzione orizzontale, con setti con rapporto spessore/lunghezza il più possibile uniforme.

Il rapporto fra l'area complessiva dei fori e l'area lorda delimitata dal perimetro della sezione del blocco non deve risultare superiore a $0,6 \div 0,625 h$, ove h è l'altezza del blocco in metri.

2. Caratteristiche fisico-meccaniche

La resistenza caratteristica a compressione, riferita alla sezione netta delle pareti e delle costolature deve risultare non minore di:

- 30 N/mm² nella direzione dei fori;
- 15 N/mm² nella direzione trasversale ai fori;

per i blocchi di cui alla categoria 2, e di:

- 15 N/mm² nella direzione dei fori;
- 5 N/mm² nella direzione trasversale ai fori;

per i blocchi di cui alla categoria 1.

La resistenza caratteristica a trazione per flessione dovrà essere non minore di:

- 10 N/mm² per i blocchi di tipo 2, e di:
- 7 N/mm² per i blocchi di tipo 1.

Speciale cura deve essere rivolta al controllo dell'integrità dei blocchi con particolare riferimento alla eventuale presenza di fessurazioni.

3. Spessore minimo dei solai

Lo spessore dei solai a portanza unidirezionale che non siano di semplice copertura non deve essere minore di $1/25$ della luce di calcolo ed in nessun caso minore di 12 cm.

Per i solai costituiti da travetti precompressi e blocchi interposti il predetto limite può scendere ad $1/30$.

Le deformazioni devono risultare compatibili con le condizioni di esercizio del solaio e degli elementi costruttivi ed impiantistici ad esso collegati.

4. Spessore minimo della soletta

Nei solai del tipo 1 lo spessore minimo del calcestruzzo della soletta di conglomerato non deve essere minore di 4 cm.

Nei solai del tipo 2, può essere omessa la soletta di calcestruzzo e la zona rinforzata di laterizio, per altro sempre rasata con calcestruzzo, può essere considerata collaborante e deve soddisfare i seguenti requisiti:

- possedere spessore non minore di $1/5$ dell'altezza, per solai con altezza fino a 25 cm, non minore di 5 cm per solai con altezza maggiore;
- avere area effettiva dei setti e delle pareti, misurata in qualunque sezione normale alla direzione dello sforzo di compressione, non minore del 50% della superficie lorda.

5. Protezione delle armature

Nei solai, la cui armatura è collocata entro scanalature, qualunque superficie metallica deve risultare contornata in ogni direzione da uno spessore minimo di 5 mm di malta cementizia.

Per armatura collocata entro nervatura, le dimensioni di questa devono essere tali da consentire il rispetto dei seguenti limiti:

- distanza netta tra armatura e blocco 8 mm;
- distanza netta tra armatura ed armatura 10 mm.

Per quanto attiene la distribuzione delle armature: trasversali, longitudinali, per taglio, si fa riferimento alle citate Norme contenute nel DM 14 gennaio 2008.

In fase di esecuzione prima di procedere ai getti i laterizi devono essere convenientemente bagnati.

Gli elementi con rilevanti difetti di origine o danneggiati durante la movimentazione dovranno essere eliminati.

6. Conglomerati per i getti in opera

Si dovrà studiare la composizione del getto in modo da evitare rischi di segregazione o la formazione di nidi di ghiaia e per ridurre l'entità delle deformazioni differite. Il diametro massimo degli inerti impiegati non dovrà superare $1/5$ dello spessore minimo delle nervature né la distanza netta minima tra le armature.

Il getto deve essere costipato in modo da garantire l'avvolgimento delle armature e l'aderenza sia con i blocchi sia con eventuali altri elementi prefabbricati.

Solai prefabbricati

Tutti gli elementi prefabbricati di calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso destinati alla formazione di solai privi di armatura resistente al taglio o con spessori, anche locali, inferiori ai 4 cm, devono essere prodotti in serie controllata. Tale prescrizione è

obbligatoria anche per tutti gli elementi realizzati con calcestruzzo di inerte leggero o calcestruzzo speciale.

Per gli orizzontamenti in zona sismica, gli elementi prefabbricati devono avere almeno un vincolo che sia in grado di trasmettere le forze orizzontali a prescindere dalle resistenze di attrito. Non sono comunque ammessi vincoli a comportamento fragile.

Quando si assuma l'ipotesi di comportamento a diaframma dell'intero orizzontamento, gli elementi dovranno essere adeguatamente collegati tra di loro e con le travi o i cordoli di testata laterali.

Solai misti di calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso e blocchi diversi dal laterizio

1. Classificazioni

I blocchi con funzione principale di alleggerimento, possono essere realizzati anche con materiali diversi dal laterizio (calcestruzzo leggero di argilla espansa, calcestruzzo normale sagomato, materie plastiche, elementi organici mineralizzati, ecc.).

Il materiale dei blocchi deve essere stabile dimensionalmente.

Ai fini statici si distinguono due categorie di blocchi per solai:

- a. blocchi collaboranti;
- b. blocchi non collaboranti.

a. Blocchi collaboranti

Devono avere modulo elastico superiore a 8 kN/mm^2 ed inferiore a 25 kN/mm^2 .

Devono essere totalmente compatibili con il conglomerato con cui collaborano sulla base di dati e caratteristiche dichiarate dal produttore e verificate dalla Direzione dei Lavori. Devono soddisfare a tutte le caratteristiche fissate per i blocchi di laterizio della categoria *b.1.b*).

b. Blocchi non collaboranti.

Devono avere modulo elastico inferiore ad 8 kN/mm^2 e svolgere funzioni di solo alleggerimento.

Solai con blocchi non collaboranti richiedono necessariamente una soletta di ripartizione, dello spessore minimo di 4 cm, armata opportunamente e dimensionata per la flessione trasversale. Il profilo e le dimensioni dei blocchi devono essere tali da soddisfare le prescrizioni dimensionali imposte per i blocchi di laterizio non collaboranti.

2. Spessori minimi

Per tutti i solai, così come per i componenti collaboranti, lo spessore delle singole parti di calcestruzzo contenenti armature di acciaio non potrà essere minore di 4 cm.

Solai realizzati con l'associazione di elementi di calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso prefabbricati

Oltre le prescrizioni indicate nei punti precedenti, in quanto applicabili, sono da tenere presenti le seguenti prescrizioni.

1. L'altezza minima non può essere minore di 8 cm. Nel caso di solaio vincolato in semplice appoggio monodirezionale, il rapporto tra luce di calcolo del solaio e spessore del solaio stesso non deve essere superiore a 25.

Per solai costituiti da pannelli piani, pieni od alleggeriti, prefabbricati precompressi (tipo c), senza soletta integrativa, in deroga alla precedente limitazione, il rapporto sopraindicato può essere portato a 35.

Per i solai continui, in relazione al grado di incastro o di continuità realizzato agli estremi, tali rapporti possono essere incrementati fino ad un massimo del 20%.

È ammessa deroga alle prescrizioni di cui sopra qualora i calcoli condotti con riferimento al reale comportamento della struttura (messa in conto dei comportamenti non lineari, fessurazione, affidabili modelli di previsione viscosa, ecc.) anche eventualmente integrati da idonee sperimentazioni su prototipi, non superino i limiti indicati nel DM 14 gennaio 2008 e s.m.i..

Le deformazioni devono risultare in ogni caso compatibili con le condizioni di esercizio del solaio e degli elementi costruttivi ed impiantistici ad esso collegati.

2. *Solai alveolari.* Per i solai alveolari, per elementi privi di armatura passiva d'appoggio, il getto integrativo deve estendersi all'interno degli alveoli interessati dall'armatura aggiuntiva per un tratto almeno pari alla lunghezza di trasferimento della precompressione.
3. *Solai con getto di completamento.* La soletta gettata in opera deve avere uno spessore non inferiore a 4 cm ed essere dotata di una armatura di ripartizione a maglia incrociata.

6.2.2.4 Strutture di acciaio

1. Generalità

Le strutture di acciaio dovranno essere progettate e costruite tenendo conto di quanto disposto dal DM 14 gennaio 2008 emesso ai sensi delle leggi 5 novembre 1971, n. 1086, e 2

febbraio 1974, n. 64, così come riunite nel Testo Unico per l'Edilizia di cui al DPR 6 giugno 2001, n. 380, e dell'art. 5 del DL 28 maggio 2004, n. 136, convertito in legge, con modificazioni, dall'art. 1 della legge 27 luglio 2004, n. 186 e ss. mm. ii. nonché dalle seguenti norme: UNI EN 1992-1-1 – 2005, (Eurocodice 2); UNI EN 1993-1-1 – 2005 (Eurocodice 3); UNI EN 1994-1-1 – 2005; ed UNI EN 1090 – 2008.

L'Impresa è tenuta a presentare in tempo utile, prima dell'approvvigionamento dei materiali, all'esame ed all'approvazione della Direzione dei Lavori:

- a) gli elaborati progettuali esecutivi di cantiere, comprensivi dei disegni esecutivi di officina, sui quali dovranno essere riportate anche le distinte da cui risultino: numero, qualità, dimensioni, grado di finitura e peso teorico di ciascun elemento costituente la struttura, nonché la qualità degli acciai da impiegare;
- b) tutte le indicazioni necessarie alla corretta impostazione delle strutture metalliche sulle opere di fondazione.

I suddetti elaborati dovranno essere redatti a cura e spese dell'Appaltatore.

2. Collaudo tecnologico dei materiali

Ogni volta che i materiali destinati alla costruzione di strutture di acciaio pervengono dagli stabilimenti per la successiva lavorazione, l'Impresa darà comunicazione alla Direzione dei Lavori specificando, per ciascuna colata, la distinta dei pezzi ed il relativo peso, la destinazione costruttiva e la documentazione di accompagnamento della ferriera costituita da:

- attestato di controllo;
- dichiarazione che il prodotto è «qualificato» secondo le norme vigenti.

La Direzione dei Lavori si riserva la facoltà di prelevare campioni di prodotto qualificato da sottoporre a prova presso laboratori di sua scelta ogni volta che lo ritenga opportuno, per verificarne la rispondenza alle norme di accettazione ed ai requisiti di progetto. Per i prodotti non qualificati la Direzione dei Lavori deve effettuare presso laboratori ufficiali tutte le prove meccaniche e chimiche in numero atto a fornire idonea conoscenza delle proprietà di ogni lotto di fornitura. Tutti gli oneri relativi alle prove sono a carico dell'Impresa.

Le prove e le modalità di esecuzione sono quelle prescritte dal DM 14 gennaio 2008 e dalle norme vigenti a seconda del tipo di metallo in esame.

3. Controlli durante la lavorazione

L'Impresa dovrà essere in grado di individuare e documentare in ogni momento la provenienza dei materiali impiegati nelle lavorazioni e di risalire ai corrispondenti certificati di qualificazione, dei quali dovrà esibire la copia a richiesta della Direzione dei Lavori.

Alla Direzione dei Lavori è riservata comunque la facoltà di eseguire in ogni momento della lavorazione tutti i controlli che riterrà opportuni per accertare che i materiali impiegati siano quelli certificati, che le strutture siano conformi ai disegni di progetto e che le stesse siano eseguite a perfetta regola d'arte.

Ogni volta che le strutture metalliche lavorate si rendono pronte per il collaudo l'Impresa informerà la Direzione dei Lavori, la quale darà risposta entro 8 giorni fissando la data del collaudo in contraddittorio, oppure autorizzando la spedizione delle strutture stesse in cantiere.

4. Montaggio

Il montaggio in opera di tutte le strutture costituenti ciascun manufatto sarà effettuato in conformità a quanto, a tale riguardo, è previsto nella relazione di calcolo.

Durante il carico, il trasporto, lo scarico, il deposito ed il montaggio, si dovrà porre la massima cura per evitare che le strutture vengano deformate o sovrasollecitate. Le parti a contatto con funi, catene od altri organi di sollevamento dovranno essere opportunamente protette.

Il montaggio sarà eseguito in modo che la struttura raggiunga la configurazione geometrica di progetto, nel rispetto dello stato di sollecitazione previsto nel progetto medesimo. In particolare, per le strutture a travata, si dovrà controllare che la controfreccia ed il posizionamento sugli apparecchi di appoggio siano conformi alle indicazioni di progetto, rispettando le tolleranze previste.

La stabilità delle strutture dovrà essere assicurata durante tutte le fasi costruttive e la rimozione dei collegamenti provvisori e di altri dispositivi ausiliari dovrà essere fatta solo quando essi risulteranno staticamente superflui.

Nei collegamenti con bulloni si dovrà procedere alla alesatura di quei fori che non risultino centrati e nei quali i bulloni previsti in progetto non entrino liberamente. Se il diametro del foro alesato risulta superiore al diametro sopraccitato, si dovrà procedere alla sostituzione del bullone con uno di diametro superiore.

È ammesso il serraggio dei bulloni con chiave pneumatica purché questo venga controllato con chiave dinamometrica, la cui taratura dovrà risultare da certificato rilasciato da laboratorio ufficiale in data non anteriore ad un mese.

Per le unioni con bulloni, l’impresa effettuerà, alla presenza della Direzione dei Lavori, un controllo di serraggio su un numero adeguato di bulloni.

L’assemblaggio ed il montaggio in opera delle strutture dovrà essere effettuato senza che venga interrotto il traffico di cantiere sulla eventuale sottostante sede stradale salvo brevi interruzioni durante le operazioni di sollevamento, da concordare con la Direzione dei Lavori.

Nella progettazione e nell’impiego delle attrezzature di montaggio, l’Impresa è tenuta a rispettare le norme, le prescrizioni ed i vincoli che eventualmente venissero imposti da Enti, Uffici e persone responsabili riguardo alla zona interessata, ed in particolare:

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

5. Prove di carico e collaudo statico

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

Ove nulla osti, si procederà quindi alle prove di carico ed al collaudo statico delle strutture.

6.2.2.5 Verniciature

Generalità

Tutte le strutture in acciaio dovranno essere protette contro la corrosione mediante uno dei cicli dipittura definiti nel presente paragrafo. I cicli di verniciatura saranno preceduti da spazzolature meccaniche o sabbiature secondo le disposizioni impartite di volta in volta dalla Direzione dei Lavori.

I cicli di verniciatura saranno formati da un minimo di tre mani di prodotti verniciati mono o bicomponenti indurenti per filmazione chimica o filmazione fisica.

Le caratteristiche di composizione dei cicli da applicare sono di seguito indicate.

CICLO <<A>>

Il rivestimento dovrà essere formato come minimo da tre mani di prodotti vernicianti.

Le caratteristiche di composizione degli strati dovranno essere le seguenti:

1° strato

Mano di fondo al clorocaucciù pigmentata con minio e fosfati di zinco ($Zn\ P\ O_4$), avente un ottimopotere bagnante sul supporto.

Caratteristiche formulative della mano di fondo:

| | |
|--|-----------------|
| – tipo di legante | clorocaucciù |
| – PVC % (Concentrazione volumetrica del pigmento.) | ≥36 % |
| – % pigmenti sul totale polveri | ≥ 82 % |
| – tipi di pigmento | minio- $ZnPO_4$ |
| – legante secco % | 25 % |
| – spessore del film | 80 ÷ 100 μ |
| – metodo di applicazione | pennello |

2° strato

Mano intermedia al clorocaucciù pigmentata con rosso ossido, ferro micaceo, alluminio avente unottimo potere di attacco alla mano sottostante.

Caratteristiche formulative della mano intermedia:

| | |
|--|--|
| – tipo di legante | clorocaucciù |
| – PVC % (Concentrazione volumetrica del pigmento.) | ≥41 % |
| – % pigmenti sul totale polveri | ≥ 14 % |
| – tipi di pigmento | rosso ossido, ferro- micaceo, alluminio |
| – legante secco % | 28 % |
| – spessore del film | 80 ÷ 100 μ |
| – metodo di applicazione | pennello |

3° strato

Mano di finitura al clorocaucciù acrilica pigmentata con biossido di titanio, avente una ottima resistenza agli agenti atmosferici e chimici.

Caratteristiche formulative della mano di finitura:

| | |
|--|---------------------------------|
| – tipo di legante | clorocaucciù acrilica |
| – PVC % (Concentrazione volumetrica del pigmento.) | ≥26 % |
| – % pigmenti sul totale polveri | ≥ 14 % |
| – tipi di pigmento sul prodotto finito | biossido di titanio (TiO_2) |

- legante secco % 33 %
- spessore del film 40 μ
- metodo di applicazione pennello o rullo

Il tutto come riportato nella tabella che segue:

Ciclo di verniciatura <<A>>

| | 1°strato | 2°strato | 3°strato |
|--------------------------------|--|--|---------------------------------------|
| Tipo di legante | clorocaucciù | clorocaucciù | clorocaucciù acrilica |
| PVC.. % | ≥ 36% | ≥ 41% | ≥ 26% |
| % pigmenti sul totale polveri | ≥ 82% | -- | -- |
| % Pigmenti sul prodotto finito | - | ≥ 14%- | ≥ 26% |
| Tipi di pigmento | minio, fosfato di zinco (ZnPO ₄) | rosso ossido, ferro micaceo, alluminio | biossido titanio (Ti O ₂) |
| Legante secco % | 25% | 28% | 33% |
| Spessore del film... | 80÷100μ | 80÷100μ | 40μ |
| Metodo di applicazione | pennello | pennello | pennello - rullo |

CICLO <>

Il rivestimento dovrà essere formato come minimo da tre mani di prodotti vernicianti.

Le caratteristiche di composizione degli strati dovranno essere le seguenti:

1° strato

Mano di fondo epossidica pigmentata con ZnPO₄(fosfato di zinco) avente un ottimopotere bagnante sul supporto.

Caratteristiche formulative della mano di fondo:

- tipo di legante epossidico
- PVC % (Concentrazione volumetrica del pigmento.) ≥36 %
- % pigmenti sul totale polveri ≥ 25 %
- tipi di pigmento fosfato di zinco ZnPO₄
- legante secco % 26 %
- spessore del film 30 ÷ 40 μ
- metodo di applicazione pennello

2° strato

Mano intermedia epossidica pigmentata con biossido di titanio(TiO₂) avente unottimo potere di attacco alla mano sottostante.

Caratteristiche formulative della mano intermedia:

- tipo di legante epossidico
- PVC % (Concentrazione volumetrica del pigmento.) ≥40 %
- % pigmenti sul totale polveri ≥ 11 %
- tipi di pigmento biossido di titanio(TiO₂)
- legante secco % 26 %
- spessore del film 80 ÷ 100 μ
- metodo di applicazione pennello

3° strato

Mano di finitura poliuretanicata di tipo non ingiallente e non sfarinante.

Il tipo di polisocianato dovrà essere alifatico (né aromatico, né cicloalifatico), con un contenuto dimonomeri volatili non superiore allo 0,7% (ASTMD 2615/67T):

- tipo di legname poliuretanicato
- PVC % (Concentrazione volumetrica del pigmento) ≥16 %
- % pigmento sul prodotto finito ≥ 26 %
- tipi di pigmento biossido di titanio (TiO₂)
- legante secco % 39 %
- spessore del film 30÷40 μ
- metodo di applicazione pennello o rullo

Il tutto come riportato nella tabella che segue:

Ciclo di verniciatura <>

| | 1° strato | 2° strato | 3° strato |
|-------------------------------|---------------------------------------|--|--|
| Tipo di legante | epossidico | Epossidico | poliuretanicata |
| PVC% | ≥ 36% | ≥ 40% | ≥ 16% |
| % pigmento sul totale polveri | ≥ 25% | -- | -- |
| % Pigmento sul totale finito | | ≥ 11%- | ≥ 26% |
| Tipi di pigmento | fosfato di zinco (ZnPO ₄) | Biossido di titanio (Ti O ₂) | biossido di titanio (Ti O ₂) |
| Legante secco % | 26% | 26% | 39% |
| Spessore del film.. | 30 ÷ 40 μ | 80 ÷ 100 μ | 30 ÷ 40 μ |
| Metodo di applicazione | pennello | pennello | pennello - rullo |

CICLO <<C>>

Il rivestimento dovrà essere formato come minimo da quattro mani di prodotti vernicianti.

Le caratteristiche di composizione degli strati dovranno essere le seguenti:

1° strato

Mano di fondo oleofenolica i cui pigmenti inibitori dovranno essere di base: ossido di piombo (minio), fosfati di zinco, cromati di piombo, silico-cromati di piombo in composizione singola o miscelati tra loro in modo da conferire la migliore resistenza alla corrosione.

È ammessa la presenza di riempitivi a base di solfato di bario ($BaSO_4$) e silicati in quantità non superiore al 45% sul totale dei pigmenti riempitivi.

Caratteristiche formulative della mano di fondo:

- | | |
|---------------------------------|---|
| – tipo di legante | oleofonico |
| – % pigmenti sul totale polveri | ≥ 55 % |
| – tipi di pigmento | ossido di piombo, fosfati di zinco, cromati di piombo, silico-cromati di piombo |
| – legante secco (resina) % | ≥ 18 % |
| – tipo di olio nel legante | olio di lino e/o legno |
| – % olio nella resina secca | ≥ 60 % |
| – Spessore del film secco | 35÷40 μ |
| – metodo di applicazione | pennello o rullo |

2° strato

Mano intermedia oleofenolica di colore differenziato dalla 1° mano, di composizione identica al 1° strato; il pigmento inibitore potrà essere sostituito con aggiunta di ossido di ferro per la differenziazione del colore, in quantità non superiore al 6% sul totale dei pigmenti riempitivi.

Caratteristiche formulative della 2° mano:

- | | |
|---------------------------------|--|
| – tipo di legante | oleofonico |
| – % pigmenti sul totale polveri | ≥ 55 % |
| – tipi di pigmento | ossido di piombo, fosfati di zinco, cromati di piombo, silico-cromati di piombo, ossido di ferro |
| – legante secco (resina) % | ≥ 18 % |
| – tipo di olio nel legante | olio di lino e/o legno |
| – % olio nella resina secca | ≥ 60 % |
| – Spessore del film secco | 35÷40 μ |
| – metodo di applicazione | pennello, rullo, airless |

3° strato

Mano intermedia alchidica modificata con oli vegetali e clorocaucciù, il cui rapporto in peso, a secco, dovrà essere di 2:1. Non sarà tollerata la presenza di colofonia.

Caratteristiche formulative della 3° mano: tipo di legname

| | |
|---|--|
| – tipo di legante | alchidico-clorocaucciù |
| – % pigmenti sul totale polveri | ≥55 % |
| – tipi di pigmento ftalocianina bleu | biossido di titanio (TiO ₂), |
| – di % Tio ₂ sul totale pigmenti | ≥ 30 % |
| – legante secco (resina) % | ≥ 40 % |
| – tipo di olio nel legante | olio vegetale |
| – % olio nella resina secca | ≥ 60 % |
| – Spessore del film secco | 35÷40 μ |
| – metodo di applicazione | pennello, rullo, airless |

4° strato

Mano di finitura alchidica modificata con oli vegetali e clorocaucciù di composizione identica al 3° strato, di colore differente dalla precedente mano.

Caratteristiche formulative della 4° mano:

| | |
|---|--|
| – tipo di legante | alchidico-clorocaucciù |
| – % pigmenti sul totale polveri | ≥55 % |
| – tipi di pigmento ftalocianina bleu | biossido di titanio (TiO ₂), |
| – di % Tio ₂ sul totale pigmenti | ≥ 30 % |
| – legante secco (resina) % | ≥ 40 % |
| – tipo di olio nel legante | olio vegetale |
| – % olio nella resina secca | ≥ 60 % |
| – Spessore del film secco | 35÷40 μ |
| – metodo di applicazione | pennello, rullo, airless |

Il tutto come riportato nella tabella che segue:

Ciclo di verniciatura <<C>>

| | 1° strato | 2° strato | 3° strato | 4° strato |
|--|---|--|--|------------------------------------|
| Tipo di legante | Oleofenolico | oleofenolico | alchidico clorocaucciù | alchidico clorocaucciù |
| % di pigmenti sul totale polveri | ≥ 55 % | ≥ 55 % | ≥ 55 % | ≥ 55 % |
| Tipi di pigmento | Ossido di piombo (minio), fosfati di zinco, cromati di piombo, silico cromati di piombo | ossido di piombo, fosfato di zinco, ossido di ferro, cromati di piombo, silico cromati di piombo | biossido di titanio, ftalocianina bleu | ossido di titanio, alocianina bleu |
| % di Ti O ₂ sul totale pigmenti | -- - | --- - | ≥ 30% | ≥ 30% |
| Legante secco (resina) % | ≥ 18 % | ≥ 18 % | ≥ 40% | ≥ 40% |
| Tipo di olio nel legante | olio di lino e/o legno | olio di lino e/o legno | olio vegetale | olio vegetale |
| % olio nella resina secca | ≥ 60% | ≥ 60% | ≥ 60% | ≥ 60% |
| Spessore del film secco | 35 ± 40 μ | 35 ± 40 μ | 35 ± 40 μ | 35 ± 40 μ |
| Metodo di applicazione | pennello rullo | pennello airless | rullo pennello airless | rullo pennello airless |

Dato che nelle caratteristiche formulative dei singoli stadi relativi ai cicli A, B e C sono presentisostanze tossiche e potenzialmente cancerogene, come specificato dal D.M. 25 luglio 1987 n.555(S.O. alla G.U. n.15 del 20-1-1988), rettificato con avviso pubblicato sulla G.U. n. 90 del 18-4-1988, si dovrà adottare una serie di misure procedurali ed organizzative, al fine di ottenere un controllo ambientale e sanitario, tenendo peraltro presente quanto disposto dal D.P.R. 20-2-1988 n.141 (G.U. n.104 del 5-5-1988) e successive modifiche ed integrazioni.

Preparazione del supporto

La preparazione del supporto metallico dovrà essere eseguita dall'Appaltatore mediante spazzolatura meccanica o sabbiatura, fino ad eliminazione di tutte le parti ossidate che presentino scarsa coesione e/o aderenza con il supporto.

Il tipo di pulizia: spazzolatura meccanica e sabbiatura, dovrà essere tale da permettere un ottimo attacco della mano di fondo del ciclo di verniciatura e dovrà essere approvato dalla Direzione dei Lavori.

Tale approvazione non ridurrà comunque la responsabilità dell'Appaltatore relativa al raggiungimento dei requisiti finali del ciclo di verniciature anticorrosive in opera.

4) Spessore films secchi:

| | |
|-------------|-----------------|
| Ciclo <<A>> | 1° strato = 90μ |
| | 2° strato = 80μ |
| | 3° strato = 40μ |
| Ciclo <> | 1° strato = 30μ |
| | 2° strato = 90μ |
| | 3° strato = 35μ |
| Ciclo<<C>> | 1° strato = 35μ |
| | 2° strato = 35μ |
| | 3° strato = 35μ |
| | 4° strato = 35μ |

5) Resistenza all'abrasione: si determina solo su prodotto di finitura mediante TaberAbraser, con molatipo CS 10, dopo 1.000 giri con carico di 1 Kg.

Il valore espresso come perdita in peso deve essere inferiore a 10 milligrammi.

6) Brillantezza: controllata mediante Glossmetro Gardner con angolo di 60°, deve avere un valore iniziale superiore al 90% e finale non inferiore all'80%.

7) Prova di piegatura a 180°(su lamierino d'acciaio UNI 3351) con mandrino Ø 4 mm

Al termine non dovranno presentarsi screpolature o distacchi.

Prove di accettazione dei prodotti

L'Appaltatore dovrà preventivamente inviare al Centro Sperimentale Stradale ANAS di Cesano (Roma) o presso altro Laboratorio ufficialmente riconosciuto quanto segue:

a) campioni dei prodotti componenti il ciclo con relativi diluenti in contenitori sigillati del peso di 0,500Kg e nel numero di tre per ogni prodotto (uno di questi campioni non deve essere pigmentato);

b) schede tecniche dei prodotti verniciati compilate in tutte le loro voci e fogli per le:

- caratteristiche di composizione: foglio A;

- caratteristiche di applicazione: foglio B.

Il colore di finitura sarà indicato dalla Direzione Lavori; i pigmenti necessari per il raggiungimento del tono di colore richiesto dovranno essere nella scheda riportante le caratteristiche di composizione, sottratti alla quantità percentuale del solvente.

Controllata la rispondenza del rivestimento con le caratteristiche di resistenza richieste, i prodotti componenti il ciclo saranno identificati mediante analisi spettrometrica all'infrarosso. La Direzione dei Lavori potrà far accertare in ogni momento sui prodotti

presenti in cantiere la corrispondenza delle caratteristiche di resistenza, di composizione e di applicazione accertate in fase di gara e/o riprodurre gli spettri IR su detti materiali.

Tali spettri dovranno essere uguali a quelli ricavati dai campioni.

Prove caratteristiche di resistenza (chimico-fisiche)

| N° | Prova (ciclo <<A>>) | Fondo | Intermedia | Finitura |
|----|-----------------------|-----------------------------------|----------------|----------------|
| 1 | Blistering | g ^F | g ^M | g ^F |
| 2 | Ruggine | RO | | |
| 3 | Adesione | Gt ₀ ÷ Gt _l | | |
| 4 | Spessore film secchi | 90 μ | 80 μ | 40 μ |
| 5 | Abrasione | | | < 10 mg |
| 6 | Brillantezza iniziale | | | ≥ 90 % |
| 7 | Brillantezza finale | | | ≥ 80 % |

Prove caratteristiche di resistenza (chimico-fisiche)

| N° | Prova (ciclo <>) | Fondo | Intermedia | Finitura |
|----|-----------------------|-----------------|----------------|----------------|
| 1 | Blistering | g ^M | g ^M | g ^F |
| 2 | Ruggine | RO | | |
| 3 | Adesione | Gt ₀ | | |
| 4 | Spessore film secchi | 30 μ | 90 μ | 35 μ |
| 5 | Abrasione | | | < 10 mg |
| 6 | Brillantezza iniziale | | | ≥ 90 % |
| 7 | Brillantezza finale | | | ≥ 80 % |

Prove caratteristiche di resistenza (chimico-fisiche)

| N° | Prova (ciclo <<C>>) | Fondo | Intermedia | Intermedia | Finitura |
|----|-----------------------|-----------------------------------|----------------|----------------|----------------|
| 1 | Blistering | g ^F | g ^F | g ^M | g ^F |
| 2 | Ruggine | | | | |
| 3 | Adesione | Gt ₀ ÷ Gt _l | | | |
| 4 | Spessore film secchi | 35 μ | 35 μ | 35 μ | 35 μ |
| 5 | Abrasione | | | | < 10 mg |
| 6 | Brillantezza iniziale | | | | ≥ 90 % |
| 7 | Brillantezza finale | | | | ≥ 80 % |

6.2.3 Coperture, Pareti, Pavimenti E Rivestimenti

6.2.3.1 Esecuzione coperture continue (piane)

Si intendono per coperture continue quelle in cui la tenuta all’acqua è assicurata indipendentemente dalla pendenza della superficie di copertura. L’affidabilità di una copertura dipende da quella dei singoli strati o elementi; fondamentale importanza riveste la realizzazione dell’elemento di tenuta, disciplinata dalla norma UNI 9307-1 (“Coperture continue. Istruzioni per la progettazione. Elemento di tenuta”).

Le coperture continue sono convenzionalmente suddivise nelle seguenti categorie:

- copertura senza elemento termoisolante con strato di ventilazione oppure senza;
- copertura con elemento termoisolante, con strato di ventilazione oppure senza.

2. Quando non altrimenti specificato negli altri documenti progettuali (o quando questi non risultano sufficientemente dettagliati) si intende che ciascuna delle categorie sopra citate sarà composta dagli strati funzionali di seguito indicati (definite secondo UNI 8178 “Edilizia. Coperture. Analisi degli elementi e strati funzionali”):

a) copertura non termoisolata e non ventilata:

- lo strato di pendenza con funzione di portare la pendenza della copertura al valore richiesto;
- l’elemento di tenuta all’acqua con funzione di realizzare la prefissata impermeabilità all’acqua meteorica e di resistere alle sollecitazioni dovute all’ambiente esterno;
- lo strato di protezione con funzione di limitare le alterazioni dovute ad azioni meccaniche, fisiche, chimiche e/o con funzione decorativa.

b) copertura ventilata ma non termoisolata:

- l’elemento portante;
- lo strato di ventilazione con funzione di contribuire al controllo del comportamento igrotermico delle coperture attraverso ricambi d’aria naturali o forzati;
- strato di pendenza (se necessario);
- elemento di tenuta all’acqua;
- strato di protezione.

c) copertura termoisolata non ventilata:

- l’elemento portante;

- strato di pendenza;
- strato di schermo o barriera al vapore con funzione di impedire (schermo), o di ridurre (barriera) il passaggio del vapore d'acqua e per controllare il fenomeno della condensa;
- elemento di tenuta all'acqua;
- elemento termoisolante con funzione di portare al valore richiesto la resistenza termica globale della copertura;
- strato filtrante;
- strato di protezione.

d) copertura termoisolata e ventilata:

- l'elemento portante con funzioni strutturali;
- l'elemento termoisolante;
- lo strato di irrigidimento o supporto con funzione di permettere allo strato sottostante di sopportare i carichi previsti;
- lo strato di ventilazione;
- l'elemento di tenuta all'acqua;
- lo strato filtrante con funzione di trattenere il materiale trasportato dalle acque meteoriche;
- lo strato di protezione.

La presenza di altri strati funzionali (complementari) eventualmente necessari perché dovuti alla soluzione costruttiva scelta, dovrà essere coerente con le indicazioni della UNI 8178 sia per quanto riguarda i materiali utilizzati sia per quanto riguarda la collocazione rispetto agli altri strati nel sistema di copertura.

3. Per la realizzazione degli strati si utilizzeranno i materiali indicati nel progetto. Ove questi ultimi non risultino specificati in dettaglio nel progetto o, eventualmente, a suo complemento, si rispetteranno le prescrizioni seguenti:

a) per l'elemento portante, a seconda della tecnologia costruttiva adottata, si farà riferimento alle prescrizioni già date nel presente capitolato sui calcestruzzi, le strutture metalliche, le strutture miste acciaio calcestruzzo, le strutture o i prodotti di legno, ecc...

- b) per l'elemento termoisolante si farà riferimento al presente capitolato sui materiali per isolamento termico e, inoltre, si avrà cura che nella posa in opera siano: realizzate correttamente le giunzioni, curati i punti particolari, assicurati adeguati punti di fissaggio e/o garantita una mobilità termoigrometrica rispetto allo strato contiguo
- c) per lo strato di irrigidimento (o supporto), a seconda della soluzione costruttiva impiegata e del materiale, si verificherà la sua capacità di ripartire i carichi, la sua resistenza alle sollecitazioni meccaniche che deve trasmettere e la durabilità nel tempo
- d) lo strato di ventilazione sarà costituito da una intercapedine d'aria avente aperture di collegamento con l'ambiente esterno, munite di griglie, aeratori, ecc..., capaci di garantire adeguato ricambio di aria, ma limitare il passaggio di piccoli animali e/o grossi insetti
- e) lo strato di tenuta all'acqua sarà realizzato a seconda della soluzione costruttiva prescelta con membrane in fogli o prodotti fluidi da stendere in sito fino a realizzare uno strato continuo. Le caratteristiche delle membrane sono quelle indicate dal presente capitolato sui prodotti per coperture piane. In fase di posa si dovrà curare: la corretta realizzazione dei giunti utilizzando eventualmente i materiali ausiliari (adesivi, ecc.), le modalità di realizzazione previste dal progetto e/o consigliate dal produttore nella sua documentazione tecnica ivi incluse le prescrizioni sulle condizioni ambientali (umidità, temperature, ecc.) e di sicurezza. Attenzione particolare sarà data all'esecuzione dei bordi, punti particolari, risvolti, ecc. ove possono verificarsi infiltrazioni sotto lo strato. Le caratteristiche dei prodotti fluidi e/o in pasta sono quelle indicate dal presente capitolato sui prodotti per coperture piane. In fase di posa si dovrà porre cura nel seguire le indicazioni del progetto e/o del fabbricante allo scopo di ottenere strati uniformi e dello spessore previsto che garantiscano continuità anche nei punti particolari quali risvolti, asperità, elementi verticali (camini, aeratori, ecc.).
- Sarà curato inoltre che le condizioni ambientali (temperatura, umidità, ecc.) od altre situazioni (presenza di polvere, tempi di maturazione, ecc.) siano rispettate per favorire una esatta rispondenza del risultato finale alle ipotesi di progetto.
- f) lo strato filtrante, quando previsto, sarà realizzato a seconda della soluzione costruttiva prescelta con fogli di non-tessuto sintetico od altro prodotto adatto accettato dalla Direzione dei Lavori. Sarà curata la sua corretta collocazione nel sistema di copertura e la sua congruenza rispetto all'ipotesi di funzionamento con particolare attenzione rispetto a possibili punti difficili
- g) lo strato di protezione, sarà realizzato secondo la soluzione costruttiva indicata dal progetto.

I materiali (verniciature, granigliature, lamine, ghiaietto, ecc.) risponderanno alle prescrizioni previste nel paragrafo loro applicabile. Nel caso di protezione costituita da pavimentazione quest'ultima sarà eseguita secondo le indicazioni del progetto e/o secondo le prescrizioni previste per le pavimentazioni curando che non si formino incompatibilità meccaniche, chimiche, ecc. tra la copertura e la pavimentazione sovrastante.

- h)* lo strato di pendenza è solitamente integrato in altri strati, pertanto per i relativi materiali si rinvia allo strato funzionale che lo ingloba. Per quanto riguarda la realizzazione si curerà che il piano (od i piani) inclinato che lo concretizza abbia corretto orientamento verso eventuali punti di confluenza e che nel piano non si formino avvallamenti più o meno estesi che ostacolano il deflusso dell'acqua. Si cureranno inoltre le zone raccordate all'incontro con camini, aeratori, ecc.
- i)* Lo strato di barriera o schermo al vapore sarà realizzato con membrane di adeguate caratteristiche. Nella fase di posa sarà curata la continuità dello strato fino alle zone di sfogo (bordi, aeratori, ecc.), inoltre saranno seguiti gli accorgimenti già descritti per lo strato di tenuta all'acqua.

Per gli altri strati complementari riportati nella norma UNI 8178 si dovranno adottare soluzioni costruttive che impieghino uno dei materiali ammessi dalla norma stessa. Il materiale prescelto dovrà rispondere alle prescrizioni previste nel paragrafo di questo capitolato ad esso applicabile.

Per la realizzazione in opera si seguiranno le indicazioni del progetto e/o le indicazioni fornite dal produttore, ed accettate dalla Direzione dei Lavori, ivi comprese quelle relative alle condizioni ambientali e/o le precauzioni da seguire nelle fasi di cantiere.

4. Per la realizzazione delle coperture piane Il Direttore dei lavori opererà come segue:

- a)* nel corso dell'esecuzione dei lavori, con riferimento ai tempi e alle procedure, verificherà via via che i materiali impiegati e le tecniche di posa siano effettivamente quelle prescritte ed inoltre, almeno per gli strati più significativi, verificherà che il risultato finale sia coerente con le prescrizioni di progetto e comunque con la funzione attribuita all'elemento o strato considerato. In particolare verificherà:
- il collegamento tra gli strati;
 - la realizzazione dei giunti/sovrapposizioni (per gli strati realizzati con pannelli, fogli ed in genere con prodotti preformati);
 - l'esecuzione accurata dei bordi e dei punti particolari;

- b) ove sono richieste lavorazioni in sito verificherà con semplici metodi da cantiere:
- le resistenze meccaniche (portate, pulsonamenti, resistenze a flessione);
 - le adesioni o connessioni fra strati (o quando richiesta l'esistenza di completa separazione);
 - la tenuta all'acqua, all'umidità ecc.;
- c) a conclusione dell'opera eseguirà prove di funzionamento, anche solo localizzate, formando battenti di acqua, condizioni di carico, di punzonamento, ecc. che siano significativi delle ipotesi previste dal progetto e dalla realtà. Avrà cura inoltre di far aggiornare e raccogliere i disegni costruttivi più significativi unitamente alla descrizione e/o alle schede tecniche dei prodotti impiegati (specialmente quelli non visibili ad opera ultimata) e le prescrizioni attinenti la successiva manutenzione.

6.2.3.2 Esecuzione coperture discontinue (a falda)

1. Per coperture discontinue (a falda) s'intendono quelle in cui l'elemento di tenuta all'acqua assicura la sua funzione solo per valori della pendenza maggiori di un minimo, che dipende prevalentemente dal materiale e dalla conformazione dei prodotti. L'affidabilità di una copertura dipende da quella dei singoli strati o elementi; fondamentale importanza riveste la realizzazione dell'elemento di tenuta, disciplinata dalla norma UNI 9308-1 ("Coperture discontinue. Istruzioni per la progettazione. Elemento di tenuta").

Le coperture discontinue si intendono convenzionalmente suddivise nelle seguenti categorie:

- coperture senza elemento termoisolante, con strato di ventilazione oppure senza;
- coperture con elemento termoisolante, con strato di ventilazione oppure senza.

2. Salvo il caso in cui non sia diversamente previsto negli altri documenti progettuali (o nel caso in cui questi non siano sufficientemente dettagliati), ciascuna delle categorie sopracitate sarà composta dagli strati funzionali di seguito indicati (definiti secondo la norma UNI 8178):

a) copertura non termoisolata e non ventilata:

- elemento portante con funzione di sopportare i carichi permanenti ed i sovraccarichi della copertura;
- strato di pendenza con funzione di portare la pendenza al valore richiesto (questa funzione è sempre integrata in altri strati);

- elemento di supporto con funzione di sostenere gli strati ad esso appoggiati (e di trasmettere la forza all'elemento portante);
- elemento di tenuta con funzione di conferire alle coperture una prefissata impermeabilità all'acqua meteorica e di resistere alle azioni meccaniche fisiche e chimiche indotte dall'ambiente esterno e dall'uso.

b) copertura non termoisolata e ventilata:

- strato di ventilazione con funzione di contribuire al controllo delle caratteristiche igrotermiche attraverso ricambi d'aria naturali o forzati;
- strato di pendenza (sempre integrato);
- elemento portante;
- l'elemento di supporto;
- l'elemento di tenuta.

c) copertura termoisolata e non ventilata:

- elemento termoisolante con funzione di portare al valore richiesto la resistenza termica globale della copertura;
- strato di pendenza (sempre integrato);
- elemento portante;
- strato di schermo al vapore o barriera al vapore con funzione di impedire (schermo) o di ridurre (barriera) il passaggio del vapore d'acqua e per controllare il fenomeno della condensa;
- elemento di supporto;
- elemento di tenuta.

d) copertura termoisolata e ventilata:

- l'elemento termoisolante;
- lo strato di ventilazione;
- lo strato di pendenza (sempre integrato);
- l'elemento portante;
- l'elemento di supporto;

– l'elemento di tenuta.

La presenza di altri strati funzionali (complementari) eventualmente necessari perché dovuti alla soluzione costruttiva scelta dovrà essere coerente con le indicazioni della UNI 8178 sia per quanto riguarda i materiali utilizzati sia per quanto riguarda la collocazione nel sistema di copertura.

3. Per la realizzazione degli strati si utilizzeranno i materiali indicati nel progetto. Ove questi ultimi non risultino specificati in dettaglio nel progetto o, eventualmente, a suo complemento, si rispetteranno le prescrizioni seguenti:

- a) per l'elemento portante vale quanto riportato nel presente capitolato.;
- b) per l'elemento termoisolante vale quanto indicato nel presente capitolato;
- c) per l'elemento di supporto a seconda della tecnologia costruttiva adottata si farà riferimento alle prescrizioni già date nel presente capitolato su prodotti di legno, malte di cemento, profilati metallici, getti di calcestruzzo, elementi preformati di base di materie plastiche. Si verificherà durante l'esecuzione la sua rispondenza alle prescrizioni del progetto, l'adeguatezza nel trasmettere i carichi all'elemento portante e nel sostenere lo strato sovrastante;
- d) l'elemento di tenuta all'acqua sarà realizzato con i prodotti previsti dal progetto e che rispettino anche le prescrizioni previste dal presente capitolato sui prodotti per coperture discontinue; in fase di posa si dovrà curare la corretta realizzazione dei giunti e/o le sovrapposizioni, utilizzando gli accessori (ganci, viti, ecc.) e le modalità esecutive previste dal progetto e/o consigliate dal produttore nella sua documentazione tecnica, ed accettate dalla Direzione dei Lavori, ivi incluse le prescrizioni sulle condizioni ambientali (umidità, temperatura, ecc.) e di sicurezza; attenzione particolare sarà data alla realizzazione di bordi, punti particolari e comunque ove è previsto l'uso di pezzi speciali ed il coordinamento con opere di completamento e finitura (scossaline, gronde, colmi, camini, ecc.);
- e) per lo strato di ventilazione vale quanto riportato nel presente capitolato. Nel caso di coperture con tegole posate su elemento di supporto discontinuo, inoltre, la ventilazione può essere costituita dalla somma delle microventilazioni sottotegola;
- f) lo strato di schermo al vapore o barriera al vapore sarà realizzato come indicato nel presente capitolato.

Per gli altri strati complementari il materiale prescelto dovrà rispondere alle prescrizioni previste nel paragrafo di questo capitolato ad esso applicabile. Per la realizzazione in opera si

seguiranno le indicazioni del progetto e/o le indicazioni fornite dal produttore, ed accettate dalla Direzione dei Lavori, ivi comprese quelle relative alle condizioni ambientali e/o precauzioni da seguire nelle fasi di cantiere.

4. Il Direttore dei lavori per la realizzazione delle coperture discontinue (a falda) opererà come segue:

a) nel corso dell'esecuzione dei lavori, con riferimento ai tempi e alle procedure, verificherà via via che i materiali impiegati e le tecniche di posa siano effettivamente quelle prescritte ed inoltre, almeno per gli strati più significativi, verificherà che il risultato finale sia coerente con le prescrizioni di progetto e comunque con la funzione attribuita all'elemento o strato considerato. In particolare verificherà:

- i collegamenti tra gli strati;
- la realizzazione dei giunti e/o delle sovrapposizioni dei singoli prodotti costituenti uno strato;
- l'esecuzione accurata dei bordi e dei punti particolari ove sono richieste lavorazioni in sito;
- per quanto applicabili verificherà con semplici metodi da cantiere le resistenze meccaniche (portate, punzonamenti, resistenza a flessione, ecc.), la impermeabilità dello strato di tenuta all'acqua, la continuità (o discontinuità) degli strati, ecc.

b) a conclusione dell'opera eseguirà prove (anche solo localizzate) per verificare la tenuta all'acqua, condizioni di carico (frecce), resistenza ad azioni localizzate e quanto altro può essere verificato direttamente in sito a fronte delle ipotesi di progetto. Avrà cura di far aggiornare e raccogliere i disegni costruttivi unitamente alla descrizione e/o alle schede tecniche dei prodotti impiegati (specialmente quelli non visibili ad opera ultimata) e le prescrizioni attinenti la successiva manutenzione.

6.2.3.3 Opere di impermeabilizzazione

1. Per opere di impermeabilizzazione si intendono quelle che servono a limitare (o ridurre entro valori prefissati) il passaggio di acqua (sotto forma liquida o gassosa) attraverso una parte dell'edificio (pareti, fondazioni, pavimenti controterra etc...) o comunque lo scambio igrometrico tra ambienti. Esse si dividono in:

- impermeabilizzazioni costituite da strati continui (o discontinui) di prodotti;
- impermeabilizzazioni realizzate mediante la formazione di intercapedini ventilate.

2. Le impermeabilizzazioni, si intendono suddivise nelle seguenti categorie:

- a) impermeabilizzazioni di coperture continue o discontinue;
- b) impermeabilizzazioni di pavimentazioni;
- c) impermeabilizzazioni di opere interrato;
- d) impermeabilizzazioni di elementi verticali (non risalita d'acqua).

3. Per la realizzazione delle diverse categorie si utilizzeranno i materiali e le modalità indicate negli altri documenti progettuali, ove non siano specificate in dettaglio nel progetto od a suo completamento si rispetteranno le prescrizioni seguenti:

- per le impermeabilizzazioni di coperture, vedere il presente capitolato.
- per le impermeabilizzazioni di pavimentazioni, vedere il presente capitolato.
- per la impermeabilizzazione di opere interrato valgono le prescrizioni seguenti:

a) per le soluzioni che adottino membrane in foglio o rotolo si sceglieranno i prodotti che per resistenza meccanica a trazione, agli urti ed alla lacerazione meglio si prestano a sopportare l'azione del materiale di reinterro (che comunque dovrà essere ricollocato con le dovute cautele) le resistenze predette potranno essere raggiunte mediante strati complementari e/o di protezione ed essere completate da soluzioni adeguate per ridurre entro limiti accettabili, le azioni di insetti, muffe, radici e sostanze chimiche presenti del terreno.

Inoltre durante la realizzazione si curerà che risvolti, punti di passaggio di tubazioni, etc... siano accuratamente eseguiti onde evitare sollecitazioni localizzate o provocare distacchi e punti di infiltrazione.

- b) Per le soluzioni che adottano prodotti rigidi in lastre, fogli sagomati e similari (con la formazione di interspazi per la circolazione di aria) si opererà come indicato nella precedente lettera a) circa la resistenza meccanica. Per le soluzioni ai bordi e nei punti di attraversamento di tubi, ecc. si eseguirà con cura la soluzione adottata in modo da non costituire punti di infiltrazione e di debole resistenza meccanica.
- c) Per le soluzioni che adottano intercapedini di aria si curerà la realizzazione della parete più esterna (a contatto con il terreno) in modo da avere continuità ed adeguata resistenza meccanica. Al fondo dell'intercapedine si formeranno opportuni drenaggi dell'acqua che limitino il fenomeno di risalita capillare nella parete protetta.
- d) Per le soluzioni che adottano prodotti applicati fluidi od in pasta si sceglieranno quelli che possiedano caratteristiche di impermeabilità ed anche di resistenza meccanica (urti, abrasioni, lacerazioni). Le resistenze predette potranno essere raggiunte mediante strati

complementari e/o di protezione ed essere completate da soluzioni adeguate per ottenere valori accettabili di resistenza ad agenti biologici quali radici, insetti, muffe, ecc. nonché di resistenza alle possibili sostanze chimiche presenti nel terreno. Durante l'esecuzione si curerà la corretta esecuzione di risvolti e dei bordi, nonché dei punti particolari quali passaggi di tubazioni, ecc..., in modo da evitare possibili zone di infiltrazione e/o distacco. La preparazione del fondo, l'eventuale preparazione del prodotto (miscelazioni, ecc.) le modalità di applicazione ivi comprese le condizioni ambientali (temperatura ed umidità) e quelle di sicurezza saranno quelle indicate dal produttore nella sua documentazione tecnica ed accettate dalla Direzione dei Lavori.

e) Per le impermeabilizzazioni di elementi verticali (con risalita d'acqua) si eseguiranno strati impermeabili (o drenanti) che impediscano o riducano al minimo il passaggio di acqua per capillarità, ecc. Gli strati si eseguiranno con fogli, prodotti spalmati, malte speciali, ecc. curandone la continuità e la collocazione corretta nell'elemento. L'utilizzo di estrattori di umidità per murature, malte speciali ed altri prodotti similari, sarà ammesso solo con prodotti di provata efficacia ed osservando scrupolosamente le indicazioni del progetto e del produttore per la loro realizzazione.

4. Il Direttore dei lavori per la realizzazione delle opere di impermeabilizzazione opererà come segue:

a) nel corso dell'esecuzione dei lavori, con riferimento ai tempi e alle procedure, verificherà via via che i materiali impiegati e le tecniche di posa siano effettivamente quelle prescritte ed inoltre almeno per gli strati più significativi verificherà che il risultato finale sia coerente con le prescrizioni di progetto e comunque con la funzione attribuita all'elemento o strato considerato. In particolare verificherà:

- i collegamenti tra gli strati;
- la realizzazione di giunti/ sovrapposizioni dei singoli prodotti costituenti uno strato;
- l'esecuzione accurata dei bordi e dei punti particolari ove sono richieste lavorazioni in sito.

Per quanto applicabili verificherà con semplici metodi da cantiere:

- le resistenze meccaniche (punzonamenti, resistenza a flessione, ecc...);
- la impermeabilità dello strato di tenuta all'acqua;
- le continuità (o discontinuità) degli strati, ecc...

b) a conclusione dell'opera eseguirà prove (anche solo localizzate) per verificare le resistenze ad azioni meccaniche localizzate, la interconnessione e la compatibilità con altre parti

dell’edificio e con eventuali opere di completamento. Avrà inoltre cura di far aggiornare e raccogliere i disegni costruttivi unitamente alle schede tecniche di prodotti ed eventuali prescrizioni per la manutenzione.

6.2.3.4 Sistemi per rivestimenti interni ed esterni

1. Si definisce sistema di rivestimento il complesso di strati di prodotti della stessa natura o di natura diversa, omogenei o disomogenei, che realizzano la finitura dell’edificio. I sistemi di rivestimento si distinguono, a seconda della loro funzioni in:

- rivestimenti per esterno e per interno;
- rivestimenti protettivi in ambienti con specifica aggressività;
- rivestimenti protettivi di materiali lapidei, legno, ferro, metalli non ferrosi, ecc.

2. *Sistemi realizzati con prodotti rigidi*

Devono essere realizzati secondo le prescrizioni del progetto e, a completamento del progetto, con le indicazioni seguenti:

a) per le piastrelle di ceramica (o lastre di pietra, etc... con dimensioni e pesi simili) si procederà alla posa su letto di malta svolgendo funzioni di strato di collegamento e di compensazione e curando la sufficiente continuità dello strato stesso, lo spessore, le condizioni ambientali di posa (temperatura ed umidità) e di maturazione. Si valuterà inoltre la composizione della malta onde evitare successivi fenomeni di incompatibilità chimica o termica con il rivestimento e/o con il supporto. Durante la posa del rivestimento si curerà l’esecuzione dei giunti, il loro allineamento, la planarità della superficie risultante ed il rispetto di eventuali motivi ornamentali.

In alternativa alla posa con letto di malta si procederà all’esecuzione di uno strato ripartitore avente adeguate caratteristiche di resistenza meccanica, planarità, ecc. in modo da applicare successivamente uno strato di collegamento (od ancoraggio) costituito da adesivi aventi adeguate compatibilità chimica e termica con lo strato ripartitore e con il rivestimento. Durante la posa si procederà come sopra descritto.

b) Per le lastre di pietra, calcestruzzo, fibrocemento e prodotti simili si procederà alla posa mediante fissaggi meccanici (elementi ad espansione, elementi a fissaggio chimico, ganci, zanche e simili) a loro volta ancorati direttamente nella parte muraria e/o su tralici o simili. In ogni caso i sistemi di fissaggio devono garantire una adeguata resistenza meccanica per sopportare il peso proprio e del rivestimento, resistere alle corrosioni, permettere piccole regolazioni dei singoli pezzi durante il fissaggio ed il loro movimento in opera dovuto a variazioni termiche.

Il sistema nel suo insieme deve avere comportamento termico accettabile, nonché evitare di essere sorgente di rumore inaccettabile dovuto al vento, pioggia, ecc. ed assolvere le altre funzioni loro affidate quali tenuta all'acqua ecc. Durante la posa del rivestimento si cureranno gli effetti estetici previsti, l'allineamento o comunque corretta esecuzione di giunti (sovrapposizioni, ecc.), la corretta forma della superficie risultante, ecc.

c) Per le lastre, i pannelli, ecc..., a base di metallo o materia plastica si procederà analogamente a quanto descritto alla precedente lettera b) per le lastre.

Si curerà in base alle funzioni attribuite dal progetto al rivestimento, l'esecuzione dei fissaggi la collocazione rispetto agli strati sottostanti onde evitare incompatibilità termiche, chimiche od elettriche. Saranno considerate le possibili vibrazioni o rumore indotte da vento, pioggia, ecc. Verranno inoltre verificati i motivi estetici, l'esecuzione dei giunti, la loro eventuale sigillatura, ecc.

3. Sistemi realizzati con prodotti flessibili

Devono essere realizzati secondo le prescrizioni date nel progetto con prodotti costituiti da carte da parati (a base di carta, tessili, fogli di materie plastiche o loro abbinamenti) aventi le caratteristiche riportate dal presente capitolato e a completamento del progetto devono rispondere alle indicazioni seguenti.

A seconda del supporto (intonaco, legno, ecc.), si procederà alla sua pulizia ed asportazione dei materiali esistenti nonché al riempimento di fessure, piccoli fori, alla spianatura di piccole asperità, ecc. avendo cura di eliminare, al termine, la polvere ed i piccoli frammenti che possono successivamente collocarsi tra il foglio ed il supporto durante la posa.

Si stenderà uno strato di fondo (fissativo) solitamente costituito dallo stesso adesivo che si userà per l'incollaggio (ma molto più diluito con acqua) in modo da rendere uniformemente assorbente il supporto stesso e da chiudere i pori più grandi. Nel caso di supporti molto irregolari e nella posa di rivestimenti particolarmente sottili e lisci (esempio tessili) si provvederà ad applicare uno strato intermedio di carta fodera o prodotto simile allo scopo di ottenere la levigatezza e continuità volute.

Si applica infine il telo di finitura curando il suo taglio preliminare in lunghezza e curando la concordanza dei disegni, la necessità di posare i teli con andamento alternato ecc...

Durante l'applicazione si curerà la realizzazione dei giunti, la quantità di collante applicato, l'esecuzione dei punti particolari quali angoli, bordi di porte, finestre, ecc., facendo le opportune riprese in modo da garantire la continuità dei disegni e comunque la scarsa percepibilità dei giunti.

4. Sistemi realizzati con prodotti fluidi

Devono essere realizzati secondo le prescrizioni date nel progetto (con prodotti costituiti da pitture, vernici impregnanti, etc.) aventi le caratteristiche riportate nel paragrafo loro applicabile ed a completamento del progetto devono rispondere alle indicazioni seguenti:

a) su pietre naturali ed artificiali impregnazione della superficie con siliconi o oli fluorurati, non pellicolanti, resistenti agli UV, al dilavamento, agli agenti corrosivi presenti nell'atmosfera;

b) su intonaci esterni:

- tinteggiatura della superficie con tinte alla calce, o ai silicati inorganici;
- pitturazione della superficie con pitture organiche;

c) su intonaci interni:

- tinteggiatura della superficie con tinte alla calce, o ai silicati inorganici;
- pitturazione della superficie con pitture organiche o ai silicati organici;
- rivestimento della superficie con materiale plastico a spessore;
- tinteggiatura della superficie con tinte a tempera;

d) su prodotti di legno e di acciaio.

I sistemi si intendono realizzati secondo le prescrizioni del progetto ed in loro mancanza (od a loro integrazione) si intendono realizzati secondo le indicazioni date dal produttore ed accettate dalla Direzione dei Lavori; le informazioni saranno fornite secondo le norme UNI 8758 ("Edilizia. Sistemi di verniciatura, pitturazione, tinteggiatura, impregnazione superficiale e misti. Criteri per l'informazione tecnica") o UNI 8760 ("Edilizia. Sistemi di rivestimento plastico ad applicazione continua (RPAC). Criteri per l'informazione tecnica") e riguarderanno:

- criteri e materiali di preparazione del supporto;
- criteri e materiali per realizzare l'eventuale strato di fondo ivi comprese le condizioni ambientali (temperatura, umidità) del momento della realizzazione e del periodo di maturazione e le condizioni per la successiva operazione;
- criteri e materiali per realizzare l'eventuale strato intermedio ivi comprese le condizioni citate all'alinea precedente per la realizzazione e maturazione;

- criteri e materiali per lo strato di finiture ivi comprese le condizioni citate al secondo alinea.

Durante l'esecuzione, per tutti i tipi predetti, si curerà per ogni operazione la completa esecuzione degli strati, la realizzazione dei punti particolari, le condizioni ambientali (temperatura, umidità) e la corretta condizione dello strato precedente (essiccazione, maturazione, assenza di bolle, ecc.), nonché le prescrizioni relative alle norme di igiene e sicurezza.

5. Il Direttore dei lavori per la realizzazione del sistema di rivestimento opererà come di seguito:

a) nel corso dell'esecuzione dei lavori (con riferimento ai tempi ed alle procedure) verificherà via via che i materiali impiegati e le tecniche di posa siano effettivamente quelle prescritte ed inoltre almeno per gli strati più significativi verificherà che il risultato delle operazioni predette sia coerente con le prescrizioni di progetto e comunque con la funzione che è attribuita all'elemento o strato realizzato. In particolare verificherà:

- per i rivestimenti rigidi le modalità di fissaggio, la corretta esecuzione dei giunti e quanto riportato nel punto loro dedicato, eseguendo verifiche intermedie di resistenza meccanica, etc...;
- per i rivestimenti con prodotti flessibili (fogli) la corretta esecuzione delle operazioni descritte nel relativo punto;
- per i rivestimenti fluidi od in pasta il rispetto delle prescrizioni di progetto o concordate come detto nel punto a) verificando la loro completezza, ecc. specialmente delle parti difficilmente controllabili al termine dei lavori;

b) a conclusione dei lavori eseguirà prove (anche solo localizzate) e con facili mezzi da cantiere creando sollecitazioni compatibili con quelle previste dal progetto o comunque simulanti le sollecitazioni dovute all'ambiente, agli utenti futuri, ecc. Per i rivestimenti rigidi verificherà in particolare il fissaggio e l'aspetto delle superfici risultanti; per i rivestimenti in fogli, l'effetto finale e l'adesione al supporto; per quelli fluidi la completezza, l'assenza di difetti locali, l'aderenza al supporto.

6.2.3.5 opere di vetratura e serramentistica

1. Per opere di vetratura si intendono quelle che comportano la collocazione in opera di lastre di vetro (o prodotti simili sempre comunque in funzione di schermo) sia in luci fisse sia in ante fisse o mobili di finestre, portefinestre o porte.

Per opere di serramentistica si intendono quelle relative alla collocazione di serramenti (infissi) nei vani aperti delle parti murarie destinate a riceverli.

2. La realizzazione delle opere di vetratura deve avvenire con i materiali e le modalità previsti dal progetto; ove quest'ultimo non sia sufficientemente dettagliato valgono le prescrizioni seguenti:

a) Le lastre di vetro in relazione al loro comportamento meccanico devono essere scelte tenendo conto delle loro dimensioni, delle sollecitazioni previste dovute a carico vento e neve, delle sollecitazioni dovute ad eventuali sbattimenti e delle deformazioni prevedibili del serramento. Devono inoltre essere considerate per la loro scelta le esigenze di isolamento termico, acustico, di trasmissione luminosa, di trasparenza o traslucidità, di sicurezza sia ai fini antinfortunistici che di resistenza alle effrazioni, atti vandalici, ecc.

Per la valutazione della adeguatezza delle lastre alle prescrizioni predette, in mancanza di prescrizioni nel progetto si intendono adottati i criteri stabiliti nelle norme UNI per l'isolamento termico ed acustico, la sicurezza, ecc. (UNI 7143, UNI EN 12758 del 2004 e UNI 7697 del 2002). Gli smussi ai bordi e negli angoli devono prevenire possibili scagliature.

b) I materiali di tenuta, se non precisati nel progetto, si intendono scelti in relazione alla conformazione e dimensioni delle scanalature (o battente aperto con ferma vetro) per quanto riguarda lo spessore e dimensioni in genere, capacità di adattarsi alle deformazioni elastiche dei telai fissi ed ante apribili; resistenza alle sollecitazioni dovute ai cicli termoigrometrici tenuto conto delle condizioni microlocali che si creano all'esterno rispetto all'interno, ecc. e tenuto conto del numero, posizione e caratteristiche dei tasselli di appoggio, periferici e spaziatori.

Nel caso di lastre posate senza serramento gli elementi di fissaggio (squadrette, tiranti, ecc.) devono avere adeguata resistenza meccanica, essere preferibilmente di metallo non ferroso o comunque protetto dalla corrosione. Tra gli elementi di fissaggio e la lastra deve essere interposto materiale elastico e durabile alle azioni climatiche.

c) La posa in opera deve avvenire previa eliminazione di depositi e materiali dannosi dalle lastre, serramenti, ecc. e collocando i tasselli di appoggio in modo da far trasmettere correttamente il peso della lastra al serramento; i tasselli di fissaggio servono a mantenere la lastra nella posizione prefissata. Le lastre che possono essere urtate devono essere rese visibili con opportuni segnali (motivi ornamentali, maniglie, ecc.).

La sigillatura dei giunti tra lastra e serramento deve essere continua in modo da eliminare ponti termici ed acustici. Per i sigillanti e gli adesivi si devono rispettare le prescrizioni

previste dal fabbricante per la preparazione, le condizioni ambientali di posa e di manutenzione. Comunque la sigillatura deve essere conforme a quella richiesta dal progetto od effettuata sui prodotti utilizzati per qualificare il serramento nel suo insieme.

L'esecuzione effettuata secondo la norma UNI 6534 ("Vetrazioni in opere edilizie. Progettazione. Materiali e posa in opera") potrà essere considerata conforme alla richiesta del presente capitolato nei limiti di validità della norma stessa.

3. La realizzazione della posa dei serramenti deve essere effettuata come indicato nel progetto e, qualora non precisato, secondo le prescrizioni seguenti:

a) Le finestre collocate su propri controtelai e fissate con i mezzi previsti dal progetto e comunque in modo da evitare sollecitazioni localizzate.

b) Il giunto tra controtelaio e telaio fisso se non progettato in dettaglio onde mantenere le prestazioni richieste al serramento dovrà essere eseguito con le seguenti attenzioni:

- assicurare tenuta all'aria ed isolamento acustico;
- gli interspazi devono essere sigillati con materiale comprimibile e che resti elastico nel tempo, se ciò non fosse sufficiente (giunti larghi più di 8 mm) si sigillerà anche con apposito sigillante capace di mantenere l'elasticità nel tempo e di aderire al materiale dei serramenti;
- il fissaggio deve resistere alle sollecitazioni che il serramento trasmette sotto l'azione del vento od i carichi dovuti all'utenza (comprese le false manovre).

c) la posa con contatto diretto tra serramento e parte muraria deve avvenire:

- assicurando il fissaggio con l'ausilio di elementi meccanici (zanche, tasselli ad espansione, ecc.);
- sigillando il perimetro esterno con malta previa eventuale interposizione di elementi separatori quali non tessuti, fogli, ecc.;
- curando l'immediata pulizia delle parti che possono essere danneggiate (macchiate, corrose, ecc.) dal contatto con la malta.

d) Le porte devono essere posate in opera analogamente a quanto indicato per le finestre; inoltre si dovranno curare le altezze di posa rispetto al livello del pavimento finito. Per le porte con alte prestazioni meccaniche (antieffrazione) acustiche, termiche o di comportamento al fuoco, si rispetteranno inoltre le istruzioni per la posa date dal fabbricante ed accettate dalla Direzione dei Lavori.

4. Il Direttore dei lavori per la realizzazione opererà come segue:

- a) nel corso dell'esecuzione dei lavori (con riferimento ai tempi ed alle procedure) verificherà via via che i materiali impiegati e le tecniche di posa siano effettivamente quelli prescritti. In particolare verificherà la realizzazione delle sigillature tra lastre di vetro e telai e tra i telai fissi ed i controtelai; la esecuzione dei fissaggi per le lastre non intelaiate; il rispetto delle prescrizioni di progetto, del capitolato e del produttore per i serramenti con altre prestazioni.
- b) A conclusione dei lavori eseguirà verifiche visive della corretta messa in opera e della completezza dei giunti, sigillature, ecc. Eseguirà controlli orientativi circa la forza di apertura e chiusura dei serramenti (stimandole con la forza corporea necessaria) l'assenza di punti di attrito non previsti, e prove orientative di tenuta all'acqua, con spruzzatori a pioggia, ed all'aria, con l'uso di fumogeni, ecc...

Nelle grandi opere i controlli predetti potranno avere carattere casuale e statistico.

Avrà cura di far aggiornare e raccogliere i disegni costruttivi più significativi unitamente alla descrizione e/o schede tecniche dei prodotti impiegati (specialmente quelli non visibili ad opera ultimata) e le prescrizioni attinenti la successiva manutenzione.

6.2.3.6 Esecuzione delle pareti esterne e partizioni interne

1. Per parete esterna si intende il sistema edilizio avente la funzione di separare e conformare gli spazi interni al sistema rispetto all'esterno; per partizione interna si intende un sistema edilizio avente funzione di dividere e conformare gli spazi interni del sistema edilizio.

Nella esecuzione delle pareti esterne si terrà conto della loro tipologia (trasparente, portante, portata, monolitica, ad intercapedine, termoisolata, ventilata) e della loro collocazione (a cortina, a semicortina od inserita).

Nella esecuzione delle partizioni interne si terrà conto della loro classificazione in partizione semplice (solitamente realizzata con piccoli elementi e leganti umidi) o partizione prefabbricata (solitamente realizzata con montaggio in sito di elementi predisposti per essere assemblati a secco).

2. Quando non diversamente descritto negli altri documenti progettuali (o quando questi non sono sufficientemente dettagliati) ciascuna delle categorie di parete sopra citata si intende composta da più strati funzionali (costruttivamente uno strato può assolvere a più funzioni), che devono essere realizzati come segue:

- a) Le pareti a cortina (facciate continue) saranno realizzate utilizzando i materiali e prodotti rispondenti al presente capitolato (vetro, isolanti, sigillanti, pannelli, finestre, elementi

portanti, ecc.). Le parti metalliche si intendono lavorate in modo da non subire microfessure o comunque danneggiamenti ed, a seconda del metallo, opportunamente protette dalla corrosione.

Durante il montaggio si curerà la corretta esecuzione dell'elemento di supporto ed il suo ancoraggio alla struttura dell'edificio eseguendo (per parti) verifiche della corretta esecuzione delle giunzioni (bullonature, saldature, ecc...) e del rispetto delle tolleranze di montaggio e dei giochi. Si effettueranno prove di carico (anche per parti) prima di procedere al successivo montaggio degli altri elementi.

La posa dei pannelli di tamponamento, dei telai, dei serramenti, ecc..., sarà effettuata rispettando le tolleranze di posizione, utilizzando i sistemi di fissaggio previsti. I giunti saranno eseguiti secondo il progetto e comunque posando correttamente le guarnizioni ed i sigillanti in modo da garantire le prestazioni di tenuta all'acqua, all'aria, isolamento termico, acustico, ecc. tenendo conto dei movimenti localizzati della facciata e dei suoi elementi dovuti a variazioni termiche, pressione del vento, ecc... La posa di scossaline coprigiunti, ecc. avverrà in modo da favorire la protezione e la durabilità dei materiali protetti ed in modo che le stesse non siano danneggiate dai movimenti delle facciate.

Il montaggio dei vetri e dei serramenti avverrà secondo le indicazioni date dal presente capitolato a loro dedicato.

- b) Le pareti esterne o partizioni interne realizzate a base di elementi di laterizio, calcestruzzo, calcio silicato, pietra naturale o ricostruita e prodotti simili saranno realizzate con le modalità descritte dal presente capitolato relativo alle opere di muratura, tenendo conto delle modalità di esecuzione particolari (giunti, sovrapposizioni, ecc.) richieste quando la muratura ha compiti di isolamento termico, acustico, resistenza al fuoco, ecc. Per gli altri strati presenti morfologicamente e con precise funzioni di isolamento termico, acustico, barriera al vapore, ecc. si rinvia alle prescrizioni date dal presente capitolato relativo alle coperture piane.

Per gli intonaci ed i rivestimenti in genere si rinvia al presente capitolato sull'esecuzione di queste opere. Comunque in relazione alle funzioni attribuite alle pareti ed al livello di prestazione richiesto si curerà la realizzazione dei giunti, la connessione tra gli strati e le compatibilità meccaniche e chimiche.

Nel corso dell'esecuzione si curerà la completa esecuzione dell'opera con attenzione alle interferenze con altri elementi (impianti), all'esecuzione dei vani di porte e finestre, alla realizzazione delle camere d'aria o di strati interni curando che non subiscano schiacciamenti, discontinuità, ecc. non coerenti con la funzione dello strato.

- c) Le partizioni interne costituite da elementi predisposti per essere assemblati in sito (con o senza piccole opere di adeguamento nelle zone di connessione con le altre pareti o con il soffitto) devono essere realizzate con prodotti rispondenti alle prescrizioni date dal presente capitolato relativo ai prodotti per pareti esterne e partizioni interne.

Nell'esecuzione si seguiranno le modalità previste dal produttore (ivi incluso l'utilizzo di appositi attrezzi) ed approvate dalla Direzione dei Lavori. Si curerà la corretta predisposizione degli elementi che svolgono anche funzione di supporto in modo da rispettare le dimensioni, tolleranze ed i giochi previsti o comunque necessari ai fini del successivo assemblaggio degli altri elementi. Si curerà che gli elementi di collegamento e di fissaggio vengano posizionati ed installati in modo da garantire l'adeguata trasmissione delle sollecitazioni meccaniche. Il posizionamento di pannelli, vetri, elementi di completamento, ecc. sarà realizzato con l'interposizione di guarnizioni, distanziatori, ecc... che garantiscano il raggiungimento dei livelli di prestazione previsti ed essere completate con sigillature, ecc...

Il sistema di giunzione nel suo insieme deve completare il comportamento della parete e deve essere eseguito secondo gli schemi di montaggio previsti; analogamente si devono eseguire secondo gli schemi previsti e con accuratezza le connessioni con le pareti murarie, con i soffitti, ecc...

3. Il Direttore dei lavori per la realizzazione opererà come segue:

- a) Nel corso dell'esecuzione dei lavori (con riferimento ai tempi ed alle procedure) verificherà via via che i materiali impiegati e le tecniche di posa siano effettivamente quelli prescritti. In particolare verificherà la realizzazione delle sigillature tra lastre di vetro e telai e tra i telai fissi ed i controtelai; la esecuzione dei fissaggi per le lastre non intelaiate; il rispetto delle prescrizioni di progetto, del capitolato e del produttore per i serramenti con altre prestazioni.
- b) A conclusione dei lavori eseguirà verifiche visive della corretta messa in opera e della completezza dei giunti, sigillature, allineamenti, ecc... Eseguirà controlli orientativi circa la forza di apertura e chiusura dei serramenti (stimandole con la forza corporea necessaria) l'assenza di punti di attrito non previsti, e prove orientative di tenuta all'acqua, con spruzzatori a pioggia, ed all'aria, con l'uso di fumogeni, ecc...

Nelle grandi opere i controlli predetti potranno avere carattere casuale e statistico.

Avrà cura di far aggiornare e raccogliere i disegni costruttivi più significativi unitamente alla descrizione e/o schede tecniche dei prodotti impiegati (specialmente quelli non visibili ad opera ultimata) e le prescrizioni attinenti la successiva manutenzione.

6.2.3.7 Esecuzione delle pavimentazioni

1. Si intende per pavimentazione un sistema edilizio avente quale scopo quello di consentire o migliorare il transito e la resistenza alle sollecitazioni in determinate condizioni di uso. Esse si intendono convenzionalmente suddivise nelle seguenti categorie:

- pavimentazioni su strato portante;
- pavimentazioni su terreno (se la funzione di strato portante del sistema di pavimentazione è svolta del terreno).

2. Quando non è diversamente descritto negli altri documenti progettuali (o quando questi non sono sufficientemente dettagliati) si intende che ciascuna delle categorie sopra citate sarà composta dai seguenti strati funzionali:

a) Pavimentazione su strato portante:

- lo strato portante, con la funzione di resistenza alle sollecitazioni meccaniche dovute ai carichi permanenti o di esercizio;
- lo strato di scorrimento, con la funzione di compensare e rendere compatibili gli eventuali scorrimenti differenziali tra strati contigui;
- lo strato ripartitore, con funzione di trasmettere allo strato portante le sollecitazioni meccaniche impresse dai carichi esterni qualora gli strati costituenti la pavimentazione abbiano comportamenti meccanici sensibilmente differenziati;
- lo strato di collegamento, con funzione di ancorare il rivestimento allo strato ripartitore (o portante);
- lo strato di rivestimento con compiti estetici e di resistenza alle sollecitazioni meccaniche, chimiche, ecc.).

A seconda delle condizioni di utilizzo e delle sollecitazioni previste i seguenti strati possono diventare fondamentali:

- strato di impermeabilizzante con funzione di dare alla pavimentazione una prefissata impermeabilità ai liquidi ed ai vapori;
- strato di isolamento termico con funzione di portare la pavimentazione ad un prefissato isolamento termico;
- strato di isolamento acustico con la funzione di portare la pavimentazione ad un prefissato isolamento acustico;

- strato di compensazione con funzione di compensare quote, pendenze, errori di planarità ed eventualmente di incorporare impianti (questo strato frequentemente ha anche funzione di strato di collegamento).

b) Pavimentazione su terreno:

- il terreno (suolo) con funzione di resistere alle sollecitazioni meccaniche trasmesse dalla pavimentazione;
- strato impermeabilizzante (o drenante);
- lo strato ripartitore;
- strati di compensazione e/o pendenza;
- il rivestimento.

A seconda delle condizioni di utilizzo e delle sollecitazioni previste possono essere previsti altri strati complementari.

3. Per la pavimentazione su strato portante sarà effettuata la realizzazione degli strati utilizzando i materiali indicati nel progetto, ove non sia specificato in dettaglio nel progetto od a suo complemento si rispetteranno le prescrizioni seguenti:

- a)* Per lo strato portante, a seconda della soluzione costruttiva adottata, si farà riferimento alle prescrizioni già date nel presente capitolato su strutture di calcestruzzo, strutture metalliche, strutture miste acciaio e calcestruzzo, strutture di legno, ecc...
- b)* Per lo strato di scorrimento a seconda della soluzione costruttiva adottata si farà riferimento alle prescrizioni già date per i prodotti quali la sabbia, membrane a base sintetica o bituminosa, fogli di carta o cartone, geotessili o pannelli di fibre, di vetro o roccia. Durante la realizzazione si curerà la continuità dello strato, la corretta sovrapposizione, o realizzazione dei giunti e l'esecuzione dei bordi, risvolti, ecc.
- c)* Per lo strato ripartitore a seconda della soluzione costruttiva adottata si farà riferimento alle prescrizioni già date per i prodotti quali calcestruzzi armati o non, malte cementizie, lastre prefabbricate di calcestruzzo armato o non, lastre o pannelli a base di legno. Durante la realizzazione si curerà oltre alla corretta esecuzione dello strato in quanto a continuità e spessore, la realizzazione di giunti e bordi e dei punti di interferenza con elementi verticali o con passaggi di elementi impiantistici in modo da evitare azioni meccaniche localizzate od incompatibilità chimico fisiche. Sarà infine curato che la superficie finale abbia caratteristiche di planarità, rugosità, ecc. adeguate per lo strato successivo.

- d) Per lo strato di collegamento a seconda della soluzione costruttiva adottata si farà riferimento alle prescrizioni già date per i prodotti quali malte, adesivi organici e/o con base cementizia e nei casi particolari alle prescrizioni del produttore per elementi di fissaggio, meccanici od altro tipo. Durante la realizzazione si curerà la uniforme e corretta distribuzione del prodotto con riferimento agli spessori e/o quantità consigliate dal produttore in modo da evitare eccesso da rifiuto od insufficienza che può provocare scarsa resistenza od adesione. Si verificherà inoltre che la posa avvenga con gli strumenti e nelle condizioni ambientali (temperatura, umidità) e preparazione dei supporti suggeriti dal produttore.
- e) Per lo strato di rivestimento a seconda della soluzione costruttiva adottata si farà riferimento alle prescrizioni già date dal presente capitolato sui prodotti per pavimentazioni. Durante la fase di posa si curerà la corretta esecuzione degli eventuali motivi ornamentali, la posa degli elementi di completamento e/o accessori, la corretta esecuzione dei giunti, delle zone di interferenza (bordi, elementi verticali, ecc.) nonché le caratteristiche di planarità o comunque delle conformazioni superficiali rispetto alle prescrizioni di progetto, nonché le condizioni ambientali di posa ed i tempi di maturazione.
- f) Per lo strato di impermeabilizzazione a seconda che abbia funzione di tenuta all'acqua, barriera o schermo al vapore valgono le indicazioni fornite per questi strati dal presente capitolato sulle coperture continue.
- g) Per lo strato di isolamento termico valgono le indicazioni fornite per questo strato dal presente capitolato sulle coperture piane.
- h) Per lo strato di isolamento acustico a seconda della soluzione costruttiva adottata si farà riferimento per i prodotti alle prescrizioni già date nel presente capitolato. Durante la fase di posa in opera si curerà il rispetto delle indicazioni progettuali e comunque la continuità dello strato con la corretta realizzazione dei giunti/sovrapposizioni, la realizzazione accurata dei risvolti ai bordi e nei punti di interferenza con elementi verticali (nel caso di pavimento cosiddetto galleggiante i risvolti dovranno contenere tutti gli strati sovrastanti). Sarà verificato nei casi dell'utilizzo di supporti di gomma, sughero, ecc. il corretto posizionamento di questi elementi ed i problemi di compatibilità meccanica, chimica, ecc., con lo strato sottostante e sovrastante.
- i) Per lo strato di compensazione delle quote valgono le prescrizioni date per lo strato di collegamento (per gli strati sottili) e/o per lo strato ripartitore (per gli spessori maggiori a 20 mm).

4. Per le pavimentazioni su terreno la realizzazione degli strati sarà effettuata utilizzando i materiali indicati nel progetto, ove la stessa non sia specificata in dettaglio nel progetto o a suo complemento si rispetteranno le prescrizioni seguenti:

- a) Per lo strato costituito dal terreno si provvederà alle operazioni di asportazione dei vegetali e dello strato contenente le loro radici o comunque ricco di sostanze organiche. Sulla base delle sue caratteristiche di portanza, limite liquido, plasticità, massa volumica, etc... si procederà alle operazioni di costipamento con opportuni mezzi meccanici, alla formazione di eventuale correzione e/o sostituzione (trattamento) dello strato superiore per conferirgli adeguate caratteristiche meccaniche, di comportamento all'acqua, ecc... In caso di dubbio o contestazioni si farà riferimento alla norma UNI 8381 e/o alle norme CNR sulle costruzioni stradali.
- b) Per lo strato impermeabilizzante o drenante si farà riferimento alle prescrizioni, già fornite per i materiali quali sabbia, ghiaia, pietrisco, ecc..., indicate nella norma UNI 8381 per le massicciate (o alle norme CNR sulle costruzioni stradali) ed alle norme UNI e/o CNR per i tessuti non-tessuti (geotessili). Per l'esecuzione dello strato si adotteranno opportuni dosaggi granulometrici di sabbia, ghiaia e pietrisco in modo da conferire allo strato resistenza meccanica, resistenza al gelo, limite di plasticità adeguati. Per gli strati realizzati con geotessili si curerà la continuità dello strato, la sua consistenza e la corretta esecuzione dei bordi e dei punti di incontro con opere di raccolta delle acque, strutture verticali, ecc... In caso di dubbio o contestazione si farà riferimento alla UNI 8381 e/o alle norme CNR sulle costruzioni stradali.
- c) Per lo strato ripartitore dei carichi si farà riferimento alle prescrizioni contenute sia per i materiali sia per la loro realizzazione con misti cementati, solette di calcestruzzo, conglomerati bituminosi alle prescrizioni della UNI 8381 e/o alle norme CNR sulle costruzioni stradali. In generale si curerà la corretta esecuzione degli spessori, la continuità degli strati, la realizzazione dei giunti dei bordi e dei punti particolari.
- d) Per lo strato di compensazione e/o pendenza valgono le indicazioni fornite per lo strato ripartitore; è ammesso che lo stesso sia eseguito anche successivamente allo strato ripartitore, purché sia utilizzato materiale identico o comunque compatibile e siano evitati fenomeni di incompatibilità fisica o chimica o, comunque, scarsa aderenza dovuta ai tempi di presa, maturazione e/o alle condizioni climatiche al momento dell'esecuzione.
- e) Per lo strato di rivestimento valgono le indicazioni fornite dal presente capitolato sui prodotti per pavimentazione (conglomerati bituminosi, massetti calcestruzzo, pietre, ecc...). Durante l'esecuzione si cureranno, a seconda della soluzione costruttiva prescritta dal progetto, le indicazioni fornite dal progetto stesso e, in particolare, la continuità e la

regolarità dello strato (planarità, deformazioni locali, pendenze, ecc.), l'esecuzione dei bordi e dei punti particolari. Si curerà inoltre l'impiego di criteri e macchine secondo le istruzioni del produttore del materiale ed il rispetto delle condizioni climatiche e di sicurezza e dei tempi di presa e maturazione.

5. Il Direttore dei lavori per la realizzazione delle coperture piane opererà come segue:

a) Nel corso dell'esecuzione dei lavori (con riferimento ai tempi ed alle procedure) verificherà via via che i materiali impiegati e le tecniche di posa siano effettivamente quelle prescritte ed inoltre, almeno per gli strati più significativi, verificherà che il risultato finale sia coerente con le prescrizioni di progetto e comunque con la funzione attribuita all'elemento o strato realizzato. In particolare verificherà:

- il collegamento tra gli strati;
- la realizzazione dei giunti/sovrapposizioni per gli strati realizzati con pannelli, fogli ed in genere con prodotti preformati;
- l'esecuzione accurata dei bordi e dei punti particolari.

Ove sono richieste lavorazioni in sito verificherà con semplici metodi da cantiere:

- resistenze meccaniche (portate, punzonamenti, resistenze a flessione);
- adesioni fra strati (o quando richiesto l'esistenza di completa separazione);
- tenute all'acqua, all'umidità, ecc...

b) A conclusione dell'opera eseguirà prove di funzionamento (anche solo localizzate) formando battenti di acqua, condizioni di carico, di punzonamento, ecc... che siano significativi delle ipotesi previste dal progetto o dalla realtà. Avrà cura poi di far aggiornare e raccogliere i disegni costruttivi unitamente alla descrizione e/o alle schede tecniche dei prodotti impiegati (specialmente quelli non visibili ad opera ultimata) e le prescrizioni attinenti la successiva manutenzione.

7 OPERE DI CONSOLIDAMENTO RETI E PROTEZIONI

7.1 Ancoraggi

Con il termine "ancoraggi" si intendono tutte le tecnologie esecutive atte al sostegno o al consolidamento di pareti di scavo o versanti, ottenute tramite armature che si estendono nei terreni e nelle rocce a tergo della superficie visibile. Indipendentemente dal tipo di ancoraggio, che può essere provvisorio o permanente, si distinguono in tiranti e barre d'ancoraggio, bulloni e chiodi.

7.2 Tiranti E Barre D'ancoraggio

Per tiranti di ancoraggio si intendono elementi strutturali connessi al terreno o alla roccia, che in esercizio sono sollecitati a trazione.

Le forze di trazione sono quindi applicate sulla struttura da tenere ancorata mediante una piastra di ripartizione (testata).

In tali elementi, la sollecitazione di trazione è impressa in tutto, o in parte, all'atto del collegamento con l'opera ancorata.

Il tirante si compone delle seguenti parti:

- la testa, costituita dal dispositivo di bloccaggio e dalla piastra di ripartizione;
- il tratto libero intermedio di collegamento tra testa e tratto attivo;
- il tratto attivo (fondazione), che trasmette al terreno la forza di trazione del tirante.

I tiranti, in relazione alla modalità di sollecitazione, vengono distinti in:

- tiranti passivi, nei quali la sollecitazione di trazione nasce quale reazione a seguito di una deformazione dell'opera ancorata;
- tiranti attivi, nei quali la sollecitazione di trazione è impressa in tutto o in parte all'atto del collegamento con l'opera ancorata

In relazione alla tensione iniziale, si distinguono in:

- presolleccitati: tiranti ai quali viene indotta una forza di tesatura N_i superiore a quella di esercizio N_{es} ($N_i > N_{es}$);
- parzialmente presolleccitati: tiranti ai quali viene indotta una tesatura inferiore o uguale a quella di esercizio ($N_i \leq N_{es}$);
- non presolleccitati: tiranti ai quali non viene indotta alcuna tesatura ($N_i = 0$).

I tiranti, in relazione alla durata di esercizio, vengono distinti in:

- tiranti provvisori, la cui funzione deve essere espletata per un periodo di tempo limitato e definito a priori (in genere posto inferiore a due anni);
- tiranti permanenti, la cui funzione deve essere espletata per un periodo di tempo commisurato alla vita utile dell'opera ancorata.

Di norma, l'armatura dei tiranti di ancoraggio è costituita da un fascio di trefoli in acciaio, tipo c.a.p., solidarizzati al terreno mediante iniezioni cementizie.

Le barre d'ancoraggio sono elementi strutturali che, in esercizio, vengono sollecitati a trazione, e che sono in grado di assorbire anche eventuali sollecitazioni taglienti.

Si tratta quindi di tiranti particolari, i cui elementi caratteristici sono:

- armatura, costituita da una singola barra;
- lunghezza, in genere limitata;
- solidarizzazione, di norma, per semplice cementazione.

Analogamente ai tiranti di ancoraggio, è possibile operare distinzioni in base alle modalità di applicazione degli sforzi di trazione (attivi e passivi) ed in base alla durata di esercizio (provvisori e permanenti).

7.3 Chiodature E Bulloni

Con il termine “chiodature” si definiscono ancoraggi tipicamente passivi, costituiti da elementi strutturali operanti in un dominio di taglio e trazione conseguente ad una deformazione da taglio, generalmente privi di testa di ripartizione e con l'armatura costituita da:

- barra in acciaio ad aderenza migliorata;
- profilato metallico;

- barra o tubo in vetroresina, con superficie corrugata o scabra

La loro connessione al terreno può essere ottenuta con cementazione mediante miscele cementizie o chimiche o con mezzi meccanici, mediante semplice infissione.

I bulloni sono elementi strutturali che, in esercizio sono sollecitati a trazione e che sono in grado di assorbire anche eventuali sollecitazioni taglienti.

I bulloni sono caratterizzati da una lunghezza limitata, di norma non superiore a 12 m, da armatura costituita da una singola barra, dall'assenza di guaine, salvo che in funzione di protezione anticorrosiva, dalla presenza di testa d'ancoraggio, da solidarizzazione per semplice cementazione o per frizione concentrata o diffusa su tutta la lunghezza e da impiego prevalente in roccia. Possono essere convenzionalmente suddivisi in:

- bulloni ad aderenza continua in barre d'acciaio;
- bulloni ad espansione meccanica con tubo di acciaio sagomato ad "omega";
- bulloni ad espansione meccanica con barra di acciaio e testa di ancoraggio espandibile;
- bulloni costituiti da lamiere, barre o profilati infissi a pressione senza perforazione preventiva

Analogamente ai tiranti di ancoraggio, è possibile distinguere i bulloni in base alle modalità di applicazione degli sforzi di trazione (attivi e passivi) e in base alla durata di esercizio (provvisori e permanenti).

7.4 Dreni

Le strutture di drenaggio più comunemente utilizzate sono:

7.4.1 Microdreni

I microdreni sono costituiti da fori appositamente realizzati nel terreno mediante sonde di perforazione ed attrezzi con tubi parzialmente o totalmente filtranti.

I microdreni possono avere lunghezza variabile ed essere inclinati fino alla quasi orizzontalità, a seconda dello scopo per cui il progetto ne prevede la installazione.

7.4.2 Trincee drenanti

Le trincee drenanti consistono in scavi di sezione prestabilita, riempiti con materiale arido permeabile, di granulometria selezionata. Le trincee sono di norma eseguite lungo le linee di massima pendenza delle scarpate da proteggere. La loro profondità può variare da 4÷5 m a 10÷15 m, per cui le attrezzature di scavo dovranno essere prescelte in base alle esigenze progettuali e alle loro effettive capacità operative.

Il fondo dello scavo dovrà essere adeguatamente impermeabilizzato, mediante posa di canalette in elementi prefabbricati in c.a. oppure impregnando con bitume il corrispondente tratto dei geotessili impiegati per rivestire le pareti dello scavo.

7.4.3 Pozzi drenanti

I pozzi drenanti sono utilizzati negli interventi di consolidamento di scarpate instabili, allo scopo di intercettare le acque di falda sino a grande profondità.

L'intervento consiste nella realizzazione di batterie di pozzi di diametro generalmente compreso fra 1,2 e 2 m, a interassi variabili fra 6 e 10 m circa, filtranti su tutto il mantello, reciprocamente collegati sul fondo con uno o più collettori di raccolta e scarico.

Le acque di drenaggio vengono smaltite per gravità, realizzando i collettori di fondo con una pendenza in genere non inferiore al 2%.

7.4.4 Dreni verticali prefabbricati

Sono dreni prefabbricati industrialmente, costituiti da nastri flessibili e arrotolabili nei quali esiste un involucro filtrante plastico, cartaceo o in materiali similari avvolto intorno a un elemento di irrobustimento centrale, sempre in materiale plastico o affine; il nastro può anche essere semplicemente costituito da un unico corpo filtrante in materiale plastico, senza elemento centrale.

7.4.5 Dreni in sabbia

In presenza di terreni fortemente compressibili dovendosi provvedere al loro prosciugamento e consolidamento, potranno adottarsi dreni (o pali) di sabbia.

7.5 Trattamenti Colonnari Jetting (Jet Grouting)

Sono definiti trattamenti colonnari jetting gli interventi di consolidamento e miglioramento dei terreni, mediante mescolazione in posto con leganti cementizi, con la tecnica esecutiva basata sull'impiego dei sistemi jetting (bifluido).

Perforato il terreno, l'iniezione jetting viene eseguita di norma in risalita, utilizzando quale circuito di iniezione la batteria di aste di perforazione e l'utensile di disgregazione, opportunamente corredato di ugelli di iniezione.

Per effetto della rotazione dell'asta durante l'estrazione, l'iniezione jetting realizza una colonna il cui diametro medio nominale dipende dalle modalità e dai parametri di iniezione utilizzati (n. dei fluidi, pressioni, velocità di rotazione e di risalita, ecc.).

L'inserimento dell'armatura può avvenire a miscela cementizia fresca, per infissione a pressione, oppure riproforando le colonne con fanghi cementizi aventi la stessa composizione della miscela di iniezione.

7.6 Iniezioni

- Le iniezioni costituiscono una tecnica atta a modificare le caratteristiche meccaniche (resistenza e deformabilità) e le caratteristiche idrauliche (permeabilità) di terreni porosi e di rocce fessurate o fratturate, o aventi cavità di varie dimensioni, per effetto dell'immissione di idonee miscele, attraverso fori di piccolo diametro.
- Tali miscele sono dei fluidi (sospensioni, soluzioni, emulsioni) dotate di proprietà reologiche evolutive, inizialmente idonee alla penetrazione nel mezzo poroso o fratturato, e che raggiungono in seguito le caratteristiche adeguate agli scopi del trattamento.
- I terreni iniettabili comprendono i terreni alluvionali o detritici, fino ad un certo limite di permeabilità (dalle ghiaie alle sabbie fini) e le rocce (da carsiche a microfessurate).

8 MODALITA' DI ESECUZIONE, CARATTERISTICHE, VERIFICHE E CONTROLLI DI ACCETTAZIONE

8.1 Ancoraggi

- Preliminarmente alla caratterizzazione delle singole lavorazioni componenti le strutture trattate nel presente capitolato, va evidenziato come, in accordo alle Norme Tecniche per le costruzioni di cui al D.M. Infrastrutture del 14/01/2008, per quanto attiene l'identificazione e la qualificazione dei materiali e prodotti per uso strutturale, possono configurarsi i seguenti casi:
 - a) materiali e prodotti per uso strutturale per i quali sia disponibile una norma europea armonizzata il cui riferimento sia pubblicato su GUUE. Al termine del periodo di coesistenza il loro impiego nelle opere è possibile soltanto se in possesso della Marcatura CE, prevista dalla Direttiva 89/106/CEE “Prodotti da costruzione” (CPD), - recepita in Italia dal DPR 21/04/1993, n.246, così come modificato dal DPR 10/12/1997, n. 499 – così come sostituita dal Regolamento Europeo 305/2011 del 09.03.2011 (CPR);
 - b) materiali e prodotti per uso strutturale per i quali non sia disponibile una norma armonizzata, ovvero la stessa ricada nel periodo di coesistenza, per i quali sia invece prevista la qualificazione con le modalità e le procedure indicate nelle presenti norme. E' fatto salvo il caso in cui, nel periodo di coesistenza della specifica norma armonizzata, il produttore abbia volontariamente optato per la Marcatura CE;
 - c) materiali e prodotti per uso strutturale innovativi e non ricadenti in una delle tipologie A) o B). In tali casi, il produttore potrà pervenire alla Marcatura CE in conformità a Benestare Tecnici Europei (ETA), ovvero, in alternativa, dovrà essere in possesso di un Certificato di Idoneità Tecnica all'Impiego rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale, sulla base di Linee Guida approvate dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.
- Per i materiali e prodotti recanti la marcatura CE sarà onere del Direttore dei Lavori, in fase di accettazione, accertarsi del possesso della marcatura stessa e richiedere ad ogni fornitore, per ogni diverso prodotto, la Dichiarazione di Prestazione (DoP), in linea con l'allegato III del Regolamento sui Prodotti da Costruzione (CPR).
- Per i prodotti non recanti la Marcatura CE, il Direttore dei Lavori dovrà accertarsi del possesso e del regime di validità dell'Attestato di Qualificazione (caso B), ovvero del Certificato di Idoneità Tecnica all'impiego (caso C) rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

8.1.1 Tiranti E Barre Di Ancoraggio

Le caratteristiche geometriche e strutturali dei tiranti e barre di ancoraggio sono definite nel progetto esecutivo.

Le tecniche per eseguire le perforazioni, comunque inclinate ed in materiali di qualsiasi natura, durezza e consistenza, anche in presenza d'acqua di qualsiasi entità e pressione, e le modalità di connessione al terreno dovranno essere definite in relazione alla natura dei materiali da attraversare e delle caratteristiche idrogeologiche locali.

La scelta delle attrezzature di perforazione ed i principali dettagli esecutivi dovranno essere messi a punto mediante l'esecuzione di tiranti di ancoraggio preliminari di prova, approvati dalla Direzione Lavori prima dell'inizio della costruzione dei tiranti di progetto.

A tale scopo l'Impresa dovrà produrre un apposito fascicolo nel quale verrà puntualmente esplicitato sia il sistema esecutivo per la realizzazione dei tiranti di prova (macchinari e materiali) sia la metodologia che verrà adottata per le prove di collaudo dei tiranti prova una volta realizzati.

Particolare cura dovrà essere posta relativamente alla verifica dell'aggressività dell'ambiente nei riguardi del cemento impiegato nella realizzazione della miscela di iniezione dei tiranti.

La suddetta verifica verrà eseguita, **su richiesta della Direzione Lavori**, a cura e spese dell'Impresa.

A tal fine, si prenderanno a riferimento le classi di esposizione per come definite nelle Linee Guida per il calcestruzzo strutturale emesse dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, evidenziando che, in aggiunta ai criteri in queste contenute, l'ambiente verrà dichiarato aggressivo anche quando:

- i tiranti si trovino in vicinanza di linee ferroviarie o di altri impianti a corrente continua non isolati e con potenze maggiori di 50 kW;
- l'opera risulti situata a distanza ≤ 300 m dal litorale marino.

In caso di ambiente aggressivo accertato, l'utilizzo del tipo di cemento dovrà essere approvato dalla Direzione Lavori e dovrà esserne certificata l'idoneità, in accordo a quanto prescritto nella norma UNI 9156:2007.

In aggiunta a quanto prescritto nel cap. 6.6. del D.M. 14.01.2008 “Norme Tecniche per le costruzioni”, è applicabile la norma UNI EN 1537:2002”, che stabilisce e definisce i principi per la tecnologia dei tiranti, applicabile all'installazione, prova e controllo di tiranti permanenti e provvisori, per i quali è sottoposta a prova la capacità di ancoraggio.

8.1.2 Prove Tecnologiche Preliminari

Gli ancoraggi preliminari di prova dovranno essere eseguiti in aree limitrofe a quelle interessanti i tiranti di progetto e comunque rappresentative della zona di intervento dal punto di vista geotecnico e idrogeologico.

Le modalità di applicazione e l'entità del carico massimo di prova e così pure la successione dei cicli di carico e scarico, proposti dall'Impresa, ed approvati dalla Direzione Lavori, dovranno essere in accordo con le prescrizioni di progetto ovvero con le Raccomandazioni AICAP-AGI "Ancoraggi nei terreni e nelle rocce", edizione Giugno 2012.

Gli ancoraggi preliminari di prova dovranno essere eseguiti alla presenza della Direzione Lavori.

Nel caso l'Impresa proponga di variare nel corso dei lavori la metodologia esecutiva sperimentata ed approvata inizialmente, dovrà dar corso a sua cura e spese a nuove prove tecnologiche secondo quanto sopra riportato.

Le prove preliminari di progetto servono per stabilire dimensionamento e modalità costruttive di ogni diversa tipologia di ancoraggio e per ogni possibile situazione geotecnica, misurando uno o più valori della resistenza a sfilamento della fondazione $R_{a,m}$ e per verificare che la capacità del sistema di ancoraggio sia idonea ad assorbire l'azione di progetto P_d .

Il numero minimo di ancoraggi da sottoporre a prova (nel rispetto delle Norme Tecniche per le Costruzioni 2008) è indicato nella seguente Tabella 3.1, che riporta anche l'articolazione delle prove fra le diverse modalità.

| N. ancoraggi da eseguire | N. minimo di prove da eseguire | Modalità di prova | |
|--------------------------|--------------------------------|-------------------|--------|
| | | Tipo 1 | Tipo 2 |
| Compreso tra 1 e 30 | 1 | 1 | -- |
| Compreso tra 31 e 50 | 2 | 1 | 1 |
| Compreso tra 51 e 100 | 3 | 2 | 1 |
| Compreso tra 101 e 200 | 7 | 2 | 5 |

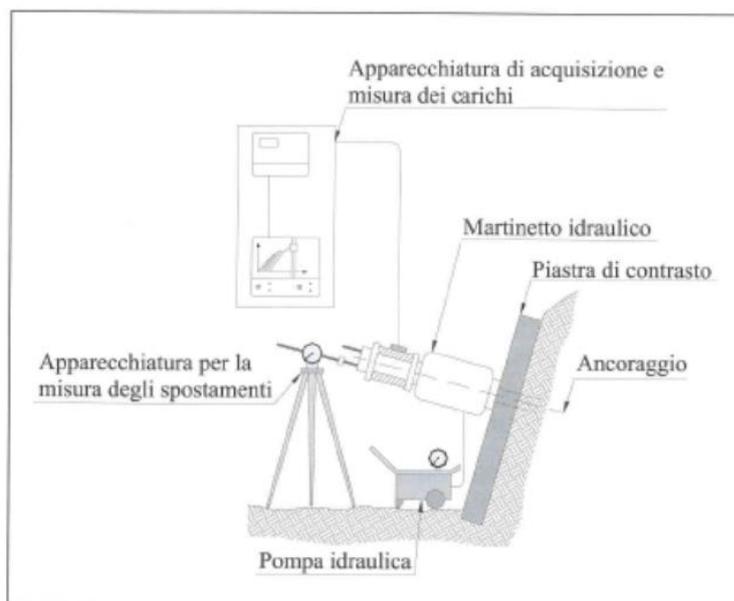
| | | | |
|------------------------|----|---|---|
| Compreso tra 201 e 500 | 8 | 3 | 5 |
| Oltre 500 | 10 | 3 | 7 |

Tabella 3.1: Numero minimo di ancoraggi preliminari da sottoporre a prova

Al fine di conteggiare il numero degli ancoraggi da sottoporre a prova, si considerano di una stessa tipologia gli ancoraggi adibiti alla medesima funzione, aventi uguale tipo e sezione di armatura, modalità e diametro di perforazione, modalità e pressione di iniezione.

Il dispositivo di prova è costituito da un martinetto idraulico alimentato da una pompa motorizzata, da un sistema di contrasto e dagli strumenti di misura, secondo l’allestimento rappresentato nello schema seguente:

schema



Gli strumenti devono consentire la misura del tiro applicato, preferibilmente per mezzo di una cella di carico in asse all'ancoraggio, l'allungamento dell'armatura, la pressione applicata al martinetto di tesatura. Inoltre, è opportuno che nel corso delle prove venga misurato lo spostamento (assoluto) della struttura di contrasto, prendendo come riferimento un punto fisso esterno alla zona che può essere influenzata dalla prova.

Tutte le prove prescritte dalla Direzione Lavori sui tiranti di prova dovranno essere condotte da un Laboratorio Ufficiale incaricato dall'Impresa esecutrice; lo stesso Laboratorio alla

conclusione delle prove fornirà alla DL un report esaustivo con l'interpretazione dei dati rilevati.

Si evidenziano due tipologie di prove:

Il primo tipo di prova è una prova di sfilamento: ha lo scopo di determinare la tensione tangenziale limite convenzionale di aderenza tra la fondazione ed il terreno, per il dimensionamento della fondazione degli ancoraggi definitivi. L'ancoraggio di prova ha quindi un'armatura sovradimensionata per quanto possibile in relazione al diametro di perforazione, oppure una lunghezza di fondazione ridotta rispetto agli ancoraggi definitivi, in modo che possa essere sfilato dal terreno senza determinare lo snervamento dell'armatura.

Il secondo tipo di prova è una prova di idoneità: si esegue su un ancoraggio realizzato come quelli definitivi, con caratteristiche della fondazione e dell'armatura identiche a quelle previste per gli ancoraggi in opera con la sola eccezione della sezione metallica dell'armatura che sarà la massima compatibile con il diametro di perforazione. La prova ha lo scopo di misurare un valore $R_{a,m}$ della resistenza dell'ancoraggio e di verificare l'idoneità complessiva del dispositivo alle prestazioni richieste.

Per maggiori dettagli sull'esecuzione delle prove si rimanda al paragrafo APPENDICE.

8.1.3 Controlli Durante L'esecuzione

Perforazione

La perforazione potrà essere eseguita a rotazione o a rotopercolazione, in materie di qualsiasi natura e consistenza, compreso calcestruzzi, murature, trovanti e/o roccia dura, anche in presenza di acqua.

Quando sia previsto dal progetto e sia compatibile con la natura dei terreni, si potranno eseguire, mediante l'impiego di appositi utensili allargatori, delle scampanature di diametro noto, regolarmente intervallate lungo la fondazione del tirante.

In base alle indicazioni emerse nel corso della esecuzione dei tiranti preliminari di prova e, comunque in presenza di falde artesiane e di terreni particolarmente permeabili, l'Impresa dovrà provvedere a sua cura e spese, a preventive iniezioni di intasamento all'interno del foro con miscele e modalità approvate dalla Direzione Lavori.

La DL avrà cure di verificare che, nella realizzazione dei fori, siano rispettate le seguenti tolleranze:

- il diametro dell'utensile di perforazione dovrà risultare non inferiore al diametro di progetto e non superiore del 10% di tale diametro;

- la lunghezza totale di perforazione dovrà risultare conforme al progetto;
- la variazione angolare in verticale e in orizzontale rispetto a quanto previsto nel progetto, non dovrà essere maggiore di $\pm 5^\circ$, controllata dopo un avanzamento di 2 m di foro;
- la posizione della testa foro non dovrà discostarsi più di 10 cm dalla posizione di progetto

La lunghezza totale dell'armatura e la lunghezza del tratto attivo, posizionato nella parte terminale della perforazione, dovranno risultare conformi alle indicazioni progettuali.

Iniezione

Come già in precedenza evidenziato, l'Impresa presenterà alla DL lo studio preliminare sulla miscela cementizia di iniezione secondo le indicazioni progettuali. I risultati delle prove eseguite in fase preliminare, verranno riportati su una apposita relazione, dove verrà definita la composizione della miscela da utilizzare in fase esecutiva.

Gli additivi dovranno essere conformi alla norma UNI EN 934-4:2009.

La miscela, di norma, dovrà presentare i requisiti seguenti, periodicamente controllati durante le lavorazioni.

- fluidità Marsh da 10 sec. a 35 s;
- essudazione 2%;
- resistenza a compressione a 28 giorni > 25 MPa valutata su coppia di provini cubici.

La prova di fluidità e la prova di essudazione dovranno essere eseguite a cura dell'Impresa, ogniqualvolta verrà richiesto dalla Direzione Lavori.

Se, in occasione di tali controlli, anche solo una delle prove non fornisce risultati conformi a quanto richiesto, le iniezioni saranno sospese e potranno riprendere solo dopo la confezione di una nuova miscela con idonee caratteristiche.

Dovrà essere effettuato il controllo della resistenza a compressione della miscela mediante l'esecuzione di un prelievo ogni tirante o gruppo di tiranti iniettati contemporaneamente.

L'iniezione dovrà avere carattere di continuità, e non potrà assolutamente venire interrotta. In caso di interruzione, superiore a 5 minuti, a causa di forza maggiore, il foro verrà lavato e l'iniezione andrà ripresa dall'inizio.

Se necessaria, successivamente all'inserimento del tirante, sarà eseguita la cementazione di prima fase; si utilizzerà un volume di miscela cementizia commisurato al volume teorico del foro.

Completata l'iniezione di 1^a fase si provvederà a lavare con acqua il cavo interno del tubo di iniezione.

Trascorso un periodo di 12 ÷ 24 ore dalla formazione della guaina, si darà luogo alla esecuzione delle iniezioni selettive per la formazione del bulbo di ancoraggio.

Si procederà valvola per valvola, a partire dal fondo, tramite un packer a doppia tenuta collegato al circuito di iniezione.

Per eseguire l'iniezione dovranno essere utilizzate delle attrezzature di potenza adeguata a garantire la produttività prevista e le cui caratteristiche dovranno essere comunicate alla Direzione Lavori. Dovranno inoltre essere rilevate le pressioni di apertura delle singole valvole nonché i volumi di assorbimento.

In terreni altamente permeabili o in rocce fessurate, preliminarmente alla posa del tirante, dovranno essere eseguite nel foro prove in sito di permeabilità. Nel caso che tali prove indicassero, per il tratto ancorato perdite di miscela superiori a 5 l/min con pressioni di 0,1 MPa, si dovranno attuare misure preventive di riduzione del grado di permeabilità quali preiniezioni con apposite miscele di intasamento. A seguito di tali operazioni, per la posa in opera del tirante si renderà necessaria la riperforazione del foro di alloggiamento, a cui seguiranno la posa del tirante e le normali iniezioni.

Ove il progetto preveda iniezioni con resine sintetiche, si adotteranno modalità operative conformi alle raccomandazioni fornite dal produttore.

Le resine, rispondenti alla norma UNI EN 1504-6:2007, saranno di norma impiegate per la solidarizzazione delle barre in acciaio alla roccia. Preferenzialmente, saranno impiegate resine epossidiche a due componenti e resine poliesteri insature.

Oltre al corretto dosaggio dei componenti, i principali fattori che influenzano il comportamento delle miscele di iniezione a base di resine sono:

- la viscosità in fase fluida;
- i tempi di indurimento e loro dipendenza dalla temperatura;
- la compatibilità con la presenza di acqua

Trascorsi 28 giorni dall'ultima iniezione, o meno, secondo il tipo di miscela, ogni tirante verrà sottoposto a tesatura di collaudo.

L'inizio delle operazioni di tesatura e collaudo dovrà essere comunque autorizzato dalla Direzione Lavori.

Qualora espressamente richiesto in sede progettuale o in sede esecutiva dalla Direzione Lavori, l'Impresa dovrà garantire l'idoneità del tirante all'inizio delle operazioni di tesatura in termini temporali inferiori a 28 giorni.

A tale scopo, sarà a completo carico dell'Impresa l'eventuale impiego di additivi speciali, acceleranti, atti a garantire la presa della miscela di iniezione del tratto attivo nel termine prescritto.

8.1.4 Controlli E Collaudi Finali

Il collaudo di un ancoraggio si esegue tramite la prova di accettazione.

Si definisce prova di accettazione di un ancoraggio la prova di tesatura non distruttiva per il controllo finale del dispositivo posto in opera.

La prova consiste in un ciclo semplice di carico e scarico dell'ancoraggio realizzato secondo uno dei due metodi successivamente indicati.

La prova di accettazione deve essere effettuata su tutti gli ancoraggi prima o al momento della loro utilizzazione, comunque dopo che sia trascorso il tempo necessario alla maturazione della miscela utilizzata per realizzare la fondazione e quello occorrente, nel caso di terreni a grana fine sensitivi, per consentire al terreno di recuperare le proprietà meccaniche originali alterate nel corso delle operazioni di realizzazione dell' ancoraggio.

La prova di accettazione si esegue per:

- verificare che ogni ancoraggio sia idoneo a sopportare il carico massimo di prova;
- verificare che, al massimo carico di prova, il valore degli allungamenti ΔL o del rapporto di creep α risultino contenuti entro i limiti previsti;
- determinare la lunghezza libera apparente L_{app} dell'ancoraggio

Come per le prove preliminari, anche per le prove di collaudo l'Impresa, con l'ausilio del Laboratorio incaricato dalla stessa, sarà tenuta a presentare alla DL per la approvazione, la tipologia delle prove (metodo a carico costante ovvero ad allungamento costante) da effettuare con un cronogramma delle attività da svolgersi.

I controlli sulle prove di collaudo del singolo ancoraggio, ai fini dell'accettazione dello stesso, dovranno verificare le seguenti condizioni:

1. sul comportamento dell'ancoraggio nel tempo

a1) se la prova è condotta a carico costante (P_c):

il valore degli allungamenti ΔL_{P_c} o del rapporto di creep α devono risultare contenuti entro i limiti previsti dalla seguente Tabella 3.2

| | Roccia o terreni incoerenti | Terreni a grana fine |
|---|-----------------------------|----------------------|
| Carico di Prova | P_c | P_c |
| Prove rapide | | |
| t_1 (min) | 2 | 5 |
| t_2 (min) | 5 | 15 |
| Allungamento $\Delta L = L_2 - L_1$ (mm) | $\leq 0,5$ | $\leq 0,6$ |
| Prove con tempi di osservazione lunghi | | |
| t_2 (minuti) | >30 | >60 |
| rapporto di creep α (mm) | $\leq 2,0$ | $\leq 2,0$ |

Tabella 3.2: Valori di riferimento degli allungamenti e del rapporto di creep

a2) se la prova è condotta ad allungamento costante (ΔL_0):

la variazione della forza all'apice del ciclo deve risultare:

- inferiore al 3% della forza di collaudo ($\Delta P_c < 0,03 P_c$), per 60 minuti di tempo di osservazione;
- inferiore al 6% della forza di collaudo ($\Delta P_c < 0,06 P_c$), per 24 ore di tempo di osservazione

b) per entrambi i tipi di prova, l'allungamento permanente ΔL_{per} deve essere contenuto entro valori fissati dal progettista ed in ogni caso non deve superare il 10% dell'allungamento elastico ΔL .

2. sulla lunghezza libera apparente

La lunghezza libera apparente deve verificare le seguenti condizioni:

$$0,9 L_t \leq L_{app} \leq L_t + 0,5 L_f$$

in cui L_{app} è data in prima approssimazione dalle espressioni di seguito riportate:

- $L_{app} = \Delta L_0 \cdot A_s \cdot E_s / (P_c - P_a)$ (prova a carico costante)

Valida nel caso in cui la forza di attrito che si sviluppa lungo il tratto libero dell'ancoraggio può essere trascurata (inferiore al 5% del carico di prova P_p)

- $L_{app} = \Delta L_0 \cdot A_s \cdot E_s / (P_c - P_a - \Delta f)$ (prova a carico costante)

Dove ΔP_f rappresenta la correzione del carico per tenere conto dell'attrito nel tratto libero

- $L_{app} = \Delta L_0 \cdot A_s \cdot E_s / (P_c - \Delta P - P_a)$ (prova ad allungamento costante)

Gli ancoraggi che non soddisfano i requisiti di collaudo sopra indicati vanno sostituiti con nuovi ancoraggi o opportunamente declassati.

8.1.5 Chiodature E Bulloni

I materiali utilizzati dovranno essere certificati dal produttore secondo quanto indicato al cap. 11.1. delle NTC di cui al DM 14/01/2008. Le informazioni relative alla esecuzione dei

chiodi saranno riportate, a cura dell’Impresa, su una scheda tecnica preventivamente approvata dalla Direzione Lavori.

Chiodi in vetroresina

Per chiodi in vetroresina si utilizzeranno solo prodotti chimicamente affini al materiale costituente l’armatura. In casi e per applicazioni particolari, i chiodi potranno essere inseriti a pressione, con o senza battitura, con o senza jetting (attraverso la sezione cava).

Di norma, i chiodi in vetroresina saranno a sezione circolare, piena o cava, con diametri variabili da 20 a 60 mm; per i profilati a sezione cava si richiedono spessori minimi non inferiori a 5 mm.

Ove necessario o espressamente richiesto dal progetto, le barre dovranno essere del tipo ad aderenza migliorata, ad esempio mediante trattamento di filettatura continua.

L’impiego di profilati con sezioni di geometria particolare (a doppio T, ad U, prismatica) potrà essere consentito, ove previsto da progetto.

I tubi in vetroresina dovranno essere non giuntati per lunghezze fino a 15 m mentre per lunghezze maggiori, la giunzione dovrà essere ottenuta mediante manicotti di resistenza non inferiore a quella del tubo. Non saranno accettate giunzioni incollate.

BULLONI IN ACCIAIO

I bulloni in acciaio possono essere di diversa natura in funzione dello scopo prefisso; fra le varie tipologie si possono citare:

- Bulloni ad aderenza continua, autoperforanti o non, costituiti da tubi o barre in acciaio e idonei ad essere impiegati come rinforzi strutturali nelle costruzioni e riqualificazione degli ammassi rocciosi instabili, soil-nailing, ovvero consolidamento di terreni sciolti mediante iniezione di malte cementizie, o resine appropriate sia impermeabilizzanti sia compattanti.

L’impiego classico degli autoperforanti è il consolidamento e/o il tirantaggio di manufatti in terreni misti, quali sabbie, argille ed alluvionali.

La cementazione del bullone sarà effettuata immediatamente dopo il completamento della perforazione, mediante iniezioni di boiaccia di cemento antiritiro ovvero con fialoidi di resina epossidica, con tutti gli accorgimenti e i materiali necessari per assicurare il completo riempimento dei fori e l’aderenza del bullone al terreno per tutta la sua lunghezza.

La filettatura della superficie del chiodo, consente anche l’unione di più barre con manicotto filettato per ottenere ancoraggi della lunghezza voluta. L’ancoraggio in testa è assicurato con apposite piastre bloccate da appositi bulloni.

Per ciò che riguarda le caratteristiche delle miscele di iniezione, si rimanda a quanto già specificato per i tiranti di ancoraggio.

- Bulloni ad espansione meccanica con tubo di acciaio espandibile, preresinato e sagomato ad omega, atti a sopportare una forza di utilizzazione in esercizio non inferiore a 100 kN.

La piastra di ancoraggio in acciaio avrà dimensioni non inferiori a 150x150x10 mm.

I materiali avranno le seguenti caratteristiche:

Prima dell'inserimento del bullone il foro dovrà essere accuratamente pulito rimuovendo i residui di perforazione. L'installazione dovrà avvenire al massimo dopo 2 ore dall'ultimazione della perforazione. Ultimata l'espansione, l'interno del bullone dovrà essere accuratamente drenato.

Qualora il progetto preveda che i bulloni siano sollecitati da sforzi di taglio l'espansione dovrà essere realizzata con miscela cementizia, avente le caratteristiche previste in progetto, anch'essa iniettata a pressione non inferiore a 30 MPa.

- Bulloni ad espansione meccanica con testa di ancoraggio espandibile, realizzati con barre di acciaio aventi diametro non inferiore a 16 mm, avente tensione di snervamento non inferiore a 380 N/mm² ed allungamento a rottura non inferiore al 14%.

La piastra di ancoraggio in acciaio avrà dimensioni non inferiori a 150x150x6 mm.

Le teste di ancoraggio dovranno essere dotate esclusivamente di dispositivo a espansione automatico in modo che anche a distanza di tempo dalla posa e a seguito di deformazioni dell'ammasso roccioso, la testa possa continuare a espandere mantenendo efficace l'ancoraggio.

8.1.6 Prove E Controlli Su Barre E Bulloni

Prove Preliminari

Per bulloni con ancoraggio ad espansione meccanica, la prova dovrà essere eseguita tesando il bullone con velocità costante, pari a quella prevista per la tesatura dei bulloni da realizzare, e rilevando la forza corrispondente alla rottura della fondazione e, nel caso che tale rottura non si verifichi, spingendo la prova fino a raggiungere lo snervamento dell'armatura (limite allo 0,2%).

Quale forza ultima del bullone si assumerà il valore della forza corrispondente alla rottura della fondazione o, nel caso tale rottura non si verifichi, il valore della forza corrispondente al limite allo 0,2% dell'acciaio della barra impiegata. Nel caso di bulloni con ancoraggio con cementazione, le prove dovranno essere eseguite su bulloni con lunghezza di fondazione

pari a 0,85 volte la lunghezza prevista nel primo dimensionamento. La prova si effettuerà con le stesse modalità previste nel caso precedente. Quale forza limite ultima del bullone si assumerà il valore della forza corrispondente alla rottura della fondazione diviso per 0,85 o, nel caso tale rottura non si determini, il valore della forza corrispondente al limite allo 0,2% dell'acciaio della barra impiegata.

Il carico limite viene definito nel caso di rottura della fondazione, come il valore medio delle forze limiti di rottura di almeno 5 prove di ancoraggio, nell'ambito dello stessa tratta omogenea di ammasso roccioso.

Nel caso in cui il numero dei bulloni o chiodi sia superiore a 100, si eseguirà una prova ogni 100 bulloni o chiodi o frazione di 100.

Prove di collaudo

È facoltà della Direzione Lavori richiedere la verifica dei chiodi e dei bulloni messi in opera. Il numero di ancoraggi da sottoporre alla prova sarà stabilito a esclusiva discrezione della Direzione lavori in ragione della possibilità di accedere agli ancoraggi senza interferire con altre opere e delle condizioni geomeccaniche dell'ammasso roccioso. In via orientativa, il numero di ancoraggi da sottoporre alla prova di collaudo è $n = 2 + N/100$, dove N è il numero complessivo dei tiranti realizzati.

La prova consiste nel caricare l'ancoraggio a velocità costante fino alla forza di collaudo N_c . Si registra l'allungamento, che non deve superare il 2% della lunghezza libera dell'ancoraggio e la perdita di tensione non deve superare il 2% della tensione di prova.

La forza di collaudo N_c è definita quale maggior valore fra 1,2 volte la forza di esercizio, ovvero 0,85 volte la forza ultima caratteristica del tipo di ancoraggio determinata nel corso delle prove preliminari.

Nel caso di bulloni pretesi, anche per questi dovrà essere eseguita una prova di collaudo che costituisca una fase della messa in tensione degli ancoraggi

8.2 Dreni

I dreni hanno la funzione di captare venute localizzate di acqua, ovvero di limitare al valore richiesto il regime delle pressioni interstiziali.

Gli scopi dei dreni sono sostanzialmente due:

- favorire nei terreni coesivi normalmente consolidati i processi di consolidamento sotto carico, accelerando il decorso dei relativi cedimenti;

- abbattere il livello piezometrico della falda, per favorire la stabilità di scarpate naturali o artificiali, i fronti di scavo di gallerie, ecc..

8.2.1 *Microdreni*

I microdreni sono costituiti da tubi parzialmente o totalmente filtranti, inseriti in fori appositamente realizzati nel terreno mediante sonde di perforazione; possono avere lunghezza variabile ed essere inclinati fino alla quasi orizzontalità, a seconda dello scopo per cui il progetto ne prevede la installazione.

Il progetto definisce compiutamente tipo, interasse, lunghezza, diametro e disposizione dei tubi; l'Impresa dovrà realizzare i dreni con le prescritte caratteristiche, sottoponendo preventivamente alla DL eventuali proposte di variazione rispetto alle caratteristiche tipologiche prefissate, che dovranno comunque essere tali da garantire le medesime capacità e funzionalità.

La perforazione dovrà essere condotta con modalità preventivamente proposte alla DL e da questa approvate.

E' considerato ammissibile uno scostamento massimo dell'asse teorico non superiore al 3%.

La cementazione si eseguirà ponendo in opera una miscela cementizia, mediante un condotto di iniezione munito di doppio otturatore, subito dopo l'estrazione del rivestimento provvisorio.

La sequenza operativa dovrà essere preventivamente proposta dall'Impresa ed approvata dalla Direzione dei Lavori.

Ove previsto dal progetto, il tratto filtrante sarà rivestito con un foglio di geotessile, che dovrà essere conforme alla norma UNI EN 13252:2005, le cui caratteristiche saranno di volta in volta specificate, e comunque non inferiori a quanto prescritto nella seguente Tabella 3.3.

| | |
|---|----------------------|
| <i>Spessore (UNI EN ISO 9863-1:2005)</i> | 2,5 mm |
| <i>Peso (UNI EN ISO 9864:2005)</i> | 300 g/m ² |
| <i>Resistenza a trazione (UNI EN 12311/1-2:2002)</i> | 350 N/5 cm |
| <i>Allungamento (UNI EN 12311/1-2:2002)</i> | 70% |
| <i>Trazione trasversale (UNI EN 12311/1-2:2002)</i> | 500 N/5 cm |
| <i>Allungamento trasversale (UNI EN 12311/1-2:2002)</i> | 30% |

| |
|---|
| <i>Permeabilità (UNI EN ISO 12058:2002)</i> |
|---|

| |
|--------------------------------|
| $5 \cdot 10^{-3} \text{ cm/s}$ |
|--------------------------------|

Tabella 3.3: Caratteristiche minime e limiti di accettabilità dei geotessili per drenaggi

Terminate le operazioni di installazione ed eventuale cementazione dei tubi, il dreno dovrà essere lavato con acqua mediante una lancia con tratto terminale metallico dotato di ugelli per la fuoriuscita radiale del liquido.

Ad installazione e lavaggio avvenuti, ogni dreno sarà mantenuto tale da permettere l'accesso alla bocca, per periodiche ispezioni e misure della portata emunta.

8.2.2 *Trincee Drenanti*

Le trincee drenanti consistono in scavi di sezione prestabilita, riempiti con materiale arido permeabile, di granulometria selezionata. Le trincee vengono di norma eseguite lungo le linee di massima pendenza delle scarpate da proteggere.

La loro profondità può variare da 4-5 m a 10-15 m, per cui le attrezzature di scavo dovranno essere prescelte in base alle esigenze progettuali e alle loro effettive capacità operative.

Il fondo dello scavo dovrà essere adeguatamente impermeabilizzato, mediante posa di canalette in elementi prefabbricati in c.a. oppure impregnando con bitume il corrispondente tratto dei geotessili impiegati per rivestire le pareti dello scavo.

Per trincee di modesta profondità (6 ÷ 7 m) è possibile utilizzare degli escavatori idraulici. In tal caso, lo scavo procederà con continuità, e le operazioni di posa dei geotessili e di riempimento saranno effettuate a seguire.

Per l'esecuzione di trincee drenanti profonde saranno utilizzate le attrezzature e le tecniche di scavo dei diaframmi (vedi sezione capitolato “ Fondazioni Profonde”).

Lo scavo della trincea dovrà essere necessariamente eseguito a secco, provvedendo al suo immediato riempimento con il materiale drenante. Nei casi in cui la coesione del terreno non sia tale da garantire la stabilità dello scavo, potranno essere utilizzati fanghi biodegradabili. In alternativa si realizzeranno schermi costituiti da pozzi drenanti.

Tutte le caratteristiche dei materiali da utilizzare (geotessili, materiale drenante, tubi drenanti, ect) sono puntualmente definiti in progetto; per quanto riguarda i geotessili inoltre ci si potrà riferire alla precedente tabella 3.3 “Caratteristiche minime e limiti di accettabilità dei geotessili per drenaggi”.

8.2.3 *Pozzi Drenanti*

I pozzi drenanti sono utilizzati negli interventi di consolidamento di scarpate instabili, allo scopo di intercettare le acque di falda sino a grande profondità. L'intervento consiste nella realizzazione di batterie di pozzi di diametro generalmente compreso fra 1,2 e 2,0 m, a interasse variabile fra 6 e 10 m circa, filtranti su tutto il mantello, reciprocamente collegati sul fondo con uno o più collettori di raccolta e scarico.

Per la realizzazione di schermi di pozzi drenanti saranno utilizzate le attrezzature per l'esecuzione di pali trivellati con impiego di colonne di rivestimento provvisorio. E' tassativamente esclusa la possibilità di impiego di fanghi bentonitici, onde evitare che la formazione del "cake" sulle pareti di scavo, riduca l'effetto drenante. Possibilmente, la perforazione dovrà essere effettuata "a secco"; l'impiego di acqua o di fanghi biodegradabili potrà essere autorizzato, in determinate circostanze, dalla DL, sentito il progettista.

Per la costruzione dei collettori di fondo, realizzati introducendo un tubo in PVC ondulato o grecato, saranno utilizzate sonde a rotazione e/o rotopercolazione a manovra corta, le cui dimensioni dovranno essere compatibili con il diametro dei pozzi. Le sonde potranno essere a funzionamento automatico, telecomandato o manuale.

Il diametro della perforazione dovrà rispettare le previsioni progettuali e comunque non dovrà essere inferiore a 120 mm.

8.2.4 *Dreni Verticali Prefabbricati*

I dreni prefabbricati a nastro permettono il flusso dell'acqua presente nel terreno lungo l'asse di sviluppo principale, longitudinale, dell'elemento filtrante. L'inserimento nel terreno del dreno si esegue mediante l'infissione a pressione di un mandrino che viene successivamente estratto, lasciando in sito il dreno, oppure mediante la penetrazione a vibrazione di un tubo di infissione con elemento vibrante in testa, azionato idraulicamente, che trascina il dreno fino alla profondità richiesta per poi rilasciarlo.

I nastri prefabbricati dovranno garantire una durata nel tempo adeguata alle necessità di Progetto e in ogni caso non inferiore a 3 anni di esercizio, una portata di scarico assiale non inferiore a 100 m³/anno (con gradiente idraulico unitario e con l'applicazione all'involucro filtrante di una pressione normale totale pari a 3 MPa) e un coefficiente di permeabilità trasversale dell'involucro filtrante di almeno 2×10^{-2} cm/s.

Prima di procedere alla installazione dei dreni, si dovrà provvedere alla completa asportazione del terreno vegetale dall'area di lavoro, regolarizzando la superficie e

coprendola con uno strato di sabbia perfettamente pulita, dello spessore di 50 / 80 cm, avente fuso granulometrico corrispondente a quello di una sabbia medio - grossa, con percentuale di passante al vaglio UNI da 0,075 mm non superiore al 2%.

I punti di infissione dei dreni dovranno essere materializzati sul terreno mediante picchetti o punti di riferimento riconoscibili. Le attrezzature dovranno operare da un piano di lavoro adeguatamente stabile e tale da escludere variazioni di assetto delle stesse durante le operazioni di infissione.

8.2.5 Dreni In Sabbia

La sequenza esecutiva dei dreni (o pali) in sabbia vede:

- asportazione nell'area interessata dello strato superficiale di humus vegetale;
- esecuzione di fori, senza asportazione di materiale, mediante affondamento di tubo forma con il sistema dei pali battuti o mediante metodi equivalenti;
- riempimento dei fori così eseguiti con sabbia lavata, vagliata ed omogenea, avente apposita granulometria in modo da operare come filtro e contestuale sfilamento del tubo forma

Qualora non definito espressamente in progetto, il fuso granulometrico di riferimento dovrà essere quello riportato nella seguente Tabella 3.4 seguente:

| Apertura vaglio UNI (mm) | 1.1.1.1.1.1.1 Passante % | |
|-----------------------------|--------------------------|------|
| | Min. | Max. |
| 0,075 | 0 | 2 |
| 0,40 | 0 | 10 |
| 2,00 | 15 | 45 |
| 5,00 | 35 | 75 |
| 10,00 | 70 | 100 |

Tabella 3.4: Fuso granulometrico di riferimento per i dreni in sabbia

8.2.6 Prove E Controlli

Prima dell'inizio dei lavori, l'Impresa dovrà trasmettere alla Direzione Lavori una planimetria con indicati tutti i pozzi drenanti, numerati progressivamente, specificando i previsti allestimenti finali (pozzi drenanti, pozzi ispezionabili, ecc.) e la sequenza di esecuzione.

Di norma, i lavori dovranno iniziare dal pozzo posto più a valle, in modo da consentire il funzionamento dell'impianto sin dalle prime fasi di lavoro.

In generale, la pendenza media della condotta di fondo non dovrà essere inferiore al 2%. Tale condotta può essere realizzata anche a gradini.

L'allontanamento definitivo delle acque sarà ottenuto mediante il loro recapito dai pozzi terminali ad un sistema di canalette superficiali, da disporre lungo opportune direttrici.

Prima di effettuare i collegamenti, dovranno essere controllati tutti i parametri geometrici delle perforazioni verticali ed orizzontali, allo scopo di assicurare la necessaria precisione plano-altimetrica del collegamento. L'Impresa dovrà trasmettere alla Direzione Lavori le modalità di controllo della geometria delle perforazioni.

La tubazione di collegamento deve essere continua ed attraversare il pozzo immersa nel materiale drenante. In corrispondenza di questo tratto, il tubo dovrà essere forato e rivestito di geotessile per la captazione dell'acqua drenata.

L'intercapedine tra tubazione e perforazione sarà adeguatamente impermeabilizzata utilizzando una miscela cementizia plastica.

Sono possibili i seguenti allestimenti:

- pozzi drenanti a tutta sezione;
- pozzi drenanti ispezionabili;
- pozzi drenanti con rivestimento strutturale

Per ogni lotto fornito e, comunque, ogni 100 m³ di sabbia, si dovranno effettuare delle prove granulometriche atte a verificare la conformità della partita alla granulometria specificata in progetto.

Le perforazioni dovranno essere eseguite con modalità tali da garantire profondità, diametro e continuità del foro, che non dovrà subire alcun collasso parziale o chiusura.

Nel caso di impiego di tecniche con disgregazione idraulica del terreno, il foro dovrà essere sempre mantenuto pieno di acqua, per prevenire i danni conseguenti al mancato sostentamento delle pareti del foro per effetto della controspinta idrostatica.

Non è ammesso l'impiego di fluidi di perforazione diversi dall'acqua, priva di additivi, se non perfettamente biodegradabili in 20 / 40 ore.

Il riempimento dei fori con sabbia dovrà essere eseguito dal basso a risalire, iniziando da fondo foro, mediante il convogliamento della sabbia con tubazioni che, nel caso di perforazione con elica, potranno essere costituite dallo spazio anulare cavo interno alle stesse eliche, da ritirare progressivamente con il procedere del riempimento.

A riempimento eseguito, il tratto sommitale di materiale granulare inquinato dai materiali provenienti dalla perforazione dovrà essere asportato, condotto a discarica e sostituito con nuovo materiale drenante approvato fino a realizzare un materasso drenante sommitale di spessore e caratteristiche conformi al progetto.

8.3 Trattamenti Colonnari

Si definiscono trattamenti colonnari quei trattamenti di consolidamento-impermeabilizzazione in cui il terreno viene stabilizzato mediante rimescolamento con una miscela legante di acqua-cemento immessa a getto ad altissima pressione (jet grouting).

Usando la terminologia UNI EN, il processo di jet grouting consiste nella disgregazione del suolo o della roccia tenera e nella sua miscelazione e parziale sostituzione mediante un agente di cementazione; la disgregazione si ottiene per mezzo di un getto ad alta energia di un fluido che può essere l’agente di cementazione stesso.

Per l’esecuzione, il controllo ed il monitoraggio degli interventi di jet grouting è applicabile la norma UNI EN 12716:2003.

Il trattamento consiste essenzialmente in:

- iniziale perforazione mediante apposita sonda e contestuale pompaggio di fluido ad altissima pressione attraverso le stesse aste di perforazione che determina la disgregazione per idrodemolizione del terreno;
- parziale asportazione del terreno in superficie, utilizzando come liquido vettore il fluido disgregante immesso e come percorso di risalita la medesima perforazione;
- successiva stabilizzazione delle porzioni di terreno rimosse ma non asportate, con fluido cementizio, coincidente o meno con quello disgregante secondo il tipo di tecnologia adottata

Di norma, le perforazioni saranno eseguite con o senza rivestimento, con circolazione di fluidi di perforazione per l’allontanamento dei detriti e per il raffreddamento dell’utensile.

I fluidi di perforazione potranno essere costituite da:

- acqua;

- fanghi cementizi;
- aria, nel caso di perforazione a rotopercolazione con martello a fondo foro

Le pressioni di iniezione devono essere determinate in modo da non provocare indesiderati inconvenienti, quali sollevamenti nelle adiacenze o comunicazioni tra fori o colonne vicine, non ancora indurite.

I trattamenti, che dovranno essere eseguiti secondo modalità di dettaglio previste in progetto ed approvate dalla Direzione Lavori, potranno essere realizzati in verticale o comunque inclinati in relazione alle indicazioni di progetto.

Questi trattamenti implicano la produzione di ingenti volumi di materiale refluo terreno/miscela e l'appaltatore dovrà garantire una corretta gestione e smaltimento conformemente alla vigente normativa di settore.

8.3.1 Prove Preliminari

La tipologia delle attrezzature prescelte ed i principali dettagli esecutivi dovranno essere comunicati dall'Impresa alla Direzione Lavori per opportuna informazione.

L'Impresa ha l'obbligo di eseguire una serie di prove preliminari per la messa a punto delle tecniche di perforazione e delle modalità di iniezione della miscela stabilizzante in relazione alla natura dei materiali da trattare ed alle caratteristiche idrogeologiche locali mediante esecuzione di colonne di prova nelle posizioni e quantità prescritte dal progettista e rappresentative dell'intervento che si dovrà realizzare.

Le attrezzature dovranno essere munite di dispositivi di comando e di contagiri per il controllo della velocità di rotazione e di risalita delle aste (temporizzatore a scatti o simili), atti a regolare tali parametri per garantire la continuità della colonna resa.

Sulle colonne del campo prova si dovranno effettuare i test di seguito indicati, che potranno essere richiesti in tutto o in parte o eventualmente integrati, come verrà di volta in volta indicato in funzione della specificità del progetto.

Il diametro sarà misurato mediante la messa a giorno di almeno 3 m delle colonne (trascurando i primi 50÷60 cm dal p.c.).

Qualora gli eventuali strati profondi di terreno da trattare presentino caratteristiche sostanzialmente diverse dai terreni superficiali, le colonne di prova andranno spinte a tali profondità; in questo caso il controllo sarà effettuato solo mediante carotaggi.

Si eseguiranno, inoltre, le seguenti prove:

- esecuzione di un carotaggio continuo su tutte le colonne per tutta la loro lunghezza, posizionato al centro; il carotaggio dovrà mostrare una percentuale di recupero superiore od uguale al 70%;
- esecuzione di un carotaggio continuo per tutta la lunghezza, posizionato all'intersezione di eventuali due colonne compenetranti;
- esecuzione di carotaggi continui lungo il presunto bordo esterno teorico ipotizzabile, in numero sufficiente per l'individuazione del diametro, nel caso di colonne profonde per le quali non è possibile procedere con esami visivi diretti;
- misura della velocità di propagazione delle onde elastiche longitudinali, lungo i fori eseguiti in asse, con il metodo del carotaggio sonico. Le colonne dovranno aver raggiunto almeno 30 gg. di maturazione (preferibilmente 30 gg. nel caso di trattamento di terreni incoerenti e 40 gg. nel caso di terreni coesivi); le misure verranno eseguite attraverso dei tubi in acciaio del diametro interno maggiore o uguale a 35 mm inseriti all'interno delle perforazioni di carotaggio ed adeguatamente cementati;
- per trattamenti intensivi, come ad esempio per la realizzazione di tamponi di fondo, potrà venire richiesta la realizzazione di prove cross-hole attraverso almeno tre tubi in acciaio posti ad un interasse di circa 100 cm (e che comunque verrà definito di volta in volta). Le misure microsismiche dovranno venire effettuate, per tutte le coppie possibili di tubi, sia sul terreno vergine prima dell'intervento, che sul trattamento dopo almeno 30 gg. dalla sua realizzazione;
- per trattamenti intensivi potranno venire richieste prove di permeabilità del tipo Lugeon

I carotaggi dovranno essere eseguiti con corone a diamante e doppio carotiere con almeno 100 mm di diametro nominale.

Sui campioni prelevati si eseguiranno le seguenti operazioni:

- catalogazione, descrizione e documentazione fotografica;
- osservazioni relative al grado di continuità con l'indicazione delle percentuali di recupero e la lunghezza di ciascun pezzo di carota (in cm);
- trasporto, nel laboratorio approvato dalla Direzione Lavori, dei campioni preventivamente inseriti in fustelle di PVC chiuse con paraffina ed opportunamente imballati

Preliminarmente all'avvio dei trattamenti, l'appaltatore dovrà presentare alla Direzione Lavori la seguente documentazione:

- una mappa dei trattamenti con la posizione di tutti i punti, contrassegnati con un numero progressivo;
- un programma cronologico di perforazione ed iniezione, elaborato in modo da minimizzare gli effetti negativi della perforazione/iniezione sulle colonne consolidate già eseguite;
- una relazione riportante le caratteristiche dei materiali, delle macchine e degli impianti da impiegare;
- una relazione procedurale riportante le modalità operative da eseguire, con indicazione di pressioni, velocità, portate, composizione delle miscele, numero e tipi di ugelli, ecc.

8.3.2 Sistemi Di Esecuzione Dei Trattamenti

Sarà utilizzato il seguente sistema di jetting:

- **Sistema bi-fluido:** l'iniezione ad alta pressione della miscela avviene attraverso degli ugelli a fori coassiali che permettono di iniettare la miscela cementizia dal foro centrale insieme ad un getto di aria in pressione uscente dal foro anulare
- q_u : si intende la resistenza media ad espansione laterale libera su campioni prelevati dai carotaggi di controllo;
- D_m : è il diametro medio, in uno stesso tipo di terreno, misurato su colonne scoperte

| SISTEMA | TIPO TERRENO | DIAMETRO MEDIO (m) Dm | RESISTENZA (MPa) q _u |
|--------------|---|--------------------------|------------------------------------|
| A due fluidi | Incoerenti sciolti | 1,0÷1,5 | ≥5÷6,0 |
| | Incoerenti da mediamente addensati ad addensati | 0,6÷0,9 | |
| | Coesivi soffici o mediamente compatti | 0,7÷1,0 | ≥1,5÷2,0 |
| | Coesivi molto compatti | 0,5÷0,8 | |

Tabella 3.5: Caratteristiche e limiti di accettabilità delle colonne jet-grouting

Il modulo di elasticità tangenziale E dovrà assumere valori pari o superiori a $E \geq 100 q_u$

Usualmente le quantità minime di cemento da iniettare, in funzione del sistema prescelto (la quantità di cemento viene indicata come peso secco per metro cubo di terreno trattato) sono:

- sistema a due fluidi 400 ÷ 450 kg/m³

Le prove tecnologiche preliminari, di cui al paragrafo precedente, definiranno nel dettaglio le quantità di cemento direttamente correlate alla tipologia di terreno attraversato.

L'impresa, a seguito delle prove preliminari e prima di iniziare le lavorazioni, dovrà produrre uno studio sulla tecnica di esecuzione nonché sulle miscele da utilizzarsi compreso eventuali additivi.

Di norma, le miscele cementizie di iniezione per i trattamenti jet-grouting saranno preparate adottando un dosaggio in peso dei componenti tale da soddisfare un rapporto acqua/cemento:

$$1 \leq a/c \leq 2$$

Con cadenza periodica la Direzione dei Lavori provvederà a controllare che la miscela presenti sempre i requisiti seguenti:

- fluidità Marsh da 10 sec. a 35 sec.;
- resistenza a compressione a 28 giorni > 25 MPa valutata su coppia di provini cubici.

Andranno inoltre verificate le seguenti tolleranze fisiche:

- coordinate planimetriche del centro della colonna: ± 5 cm
- scostamento dall'asse teorico: $\pm 2\%$
- lunghezza: ± 15 cm
- diametro medio reso: non inferiore a quello nominale progetto
- quota testa colonna: ± 5 cm

In caso di interruzione (accidentale o meno) dell'iniezione sarà necessario, eliminato l'inconveniente, far ripartire l'iniezione almeno 50 cm al di sotto della quota di interruzione.

8.3.3 Prove E Controlli Di Accettazione

La geometria dei trattamenti (diametro, posizione e deviazione dell'asse, lunghezza) e la resistenza a compressione del terreno consolidato, dovranno essere accertati mediante sondaggio su colonne scelte dalla Direzione Lavori, in ragione del 5% delle colonne eseguite, con un minimo di 3, mediante carotaggio a rotazione continua. Il centro del carotaggio dovrà essere posizionato a una distanza dal centro della colonna pari al raggio della colonna stessa meno 10 cm. Per le colonne compenstrate, il carotaggio dovrà avvenire in corrispondenza della zona di compenetrazione.

Dal sondaggio, spinto per tutta la lunghezza della colonna fino a penetrare nel terreno naturale alla base della stessa, verranno estratte le carote e verrà determinato l'indice R.Q.D. (indice di recupero modificato) espresso come percentuale di recupero del carotaggio tenendo conto dei soli spezzoni con lunghezza > 100 mm.

La percentuale di carotaggio estratto non dovrà risultare inferiore all'85% della lunghezza teorica della colonna e il valore R.Q.D., espresso come percentuale di recupero del carotaggio tenendo conto degli spezzoni di carota di lunghezza ≥ 100 mm dovrà risultare non inferiore al 70%.

La valutazione del diametro verrà effettuata scoprendo le colonne per una profondità conveniente.

Qualora una carota risultasse di lunghezza complessiva inferiore all'85% della lunghezza teorica della colonna o si rivelasse non perfettamente compatta e omogenea, la colonna stessa dovrà essere considerata inaccettabile e si procederà a ulteriori prelievi di carote nelle colonne limitrofe al fine di delimitare la serie di colonne inaccettabili, che dovrà essere sostituita con una nuova serie costruita in immediata adiacenza e ben compenetrata col resto delle colonne.

E' inteso che dovranno essere effettuati i saggi di controllo anche per la serie di colonne eseguite in sostituzione di quelle risultate deficienti, nel numero minimo pari a quello delle colonne risultate inaccettabili nella prima serie di prove.

Per ognuna delle colonne indagate, dai sondaggi eseguiti verranno ricavati da 3 a 5 campioni, aventi rapporto h/d pari a 1,0-1,25, da sottoporre a prove di compressione monoassiale, dalle quali si dovranno ottenere valori di resistenza cilindrica a rottura non inferiori al 95% della media dei valori riscontrati nelle carote prelevate dal campo prova e comunque ≥ 5 MPa a 28 giorni nei materiali incoerenti, con limite minimo di 1,5 – 2 MPa a 40 giorni negli interstrati di terreni coesivi.

Qualora detta resistenza cilindrica dovesse risultare inferiore ai valori suddetti, la serie di colonne afferente le carote provate potrà essere considerata ancora accettabile sentite le determinazioni del progettista.

Qualora dalle prove condotte risultasse che alcuno dei parametri quali lunghezza, diametro, resistenza a compressione, sia variato rispetto a quanto stabilito in sede di progettazione o a quanto emerso dall'esecuzione del campo prove, la Direzione Lavori, sentito il progettista, valuterà la sicurezza progettuale residua. Nel caso tale riscontro dia esito positivo, il trattamento colonnare verrà accettato ma verrà penalizzato il lotto oggetto di difetto della prova.

In caso di esito negativo, l'Appaltatore sarà tenuto a sua totale cura e spese al rifacimento dei trattamenti, oppure all'adozione di quei provvedimenti che, proposti dallo stesso, dovranno essere formalmente approvati dalla Direzione Lavori preventivamente alla loro realizzazione.

Quando previsto in progetto, le colonne dovranno essere armate con elementi in acciaio (tubi) conformi alle norma UNI EN 10210 (per i tubi senza saldatura) e UNI EN 10219-1 (per i tubi saldati).

Nel caso di armature in vetroresina, a sezione circolare piena o cava ovvero con profilati a geometria particolare, la loro superficie dovrà essere del tipo ad aderenza migliorata. La giunzione dei profilati è ammessa soltanto mediante l’impiego di manicotti di resistenza non inferiore a quella del tubo.

8.4 Iniezioni

Come sopra detto, le iniezioni servono a trattare il terreno per migliorarne le caratteristiche meccaniche.

I trattamenti possono suddividersi in:

- impregnazione, quando tendono a riempire i vuoti dei terreni sciolti porosi;
- intasamento, quando tendono a riempire fratture o cavità della roccia;
- ricomprensione, quando tendono a formare, nei terreni fini, un reticolo di lenti resistenti e scarsamente deformabili, ottenuto per fratturazione idraulica (claquage)

Le miscele di iniezione consistono in:

- sospensioni di un legante idraulico in acqua con eventuali additivi stabilizzanti (miscele cementizie);
- soluzioni colloidali, ottenute sciogliendo in acqua colloidali puri (silicato di sodio) ed utilizzando reagenti organici (acetato di etile);
- soluzioni pure inorganiche, costituite da soluzioni acquose di silice pura con impiego di reagenti inorganici.

In relazione alla penetrabilità ed alla stabilità, le sospensioni cementizie si definiscono:

- miscele cementizie instabili, costituite da miscele binarie, nelle quali la fase solida tende a sedimentare con rilevante cessione di acqua libera (bleeding);
- miscele cementizie stabili, costituite da miscele ternarie (acqua- cemento-bentonite) o da miscele binarie corrette con additivi disperdenti e stabilizzanti;
- miscele con cementi microfini, costituite da miscele binarie, con impiego di cementi macinati e additivati.

L'Impresa, nel proporre alla Direzione dei Lavori la tecnica di realizzazione e la composizione della miscela, dovrà valutare attentamente gli elementi di conoscenza delle caratteristiche dei terreni (stratigrafia, granulometria, etc.), o i caratteri strutturali e morfologici degli ammassi rocciosi (grado di fratturazione, permeabilità Lugeon, etc.). Dovrà inoltre valutare attentamente l'influenza della falda (pressione, velocità di filtrazione, etc.).

I materiali che verranno introdotti nel terreno dovranno avere caratteristiche non inquinanti e comunque non nocive, anche a tempi lunghi ed in presenza di acqua sia di infiltrazione che di falda.

Pertanto l'Appaltatore dovrà garantire che il prodotto solidificato non sia affetto da fenomeni di instabilità o reversibilità chimica e/o fisica, salvaguardando inoltre la falda da qualsiasi compromissione e tutelandone la possibilità di utilizzo.

Ove ne ricorra l'opportunità, la Direzione Lavori richiederà l'esecuzione di prove tecnologiche preliminari.

I fori di iniezione dovranno essere realizzati nella posizione e con le inclinazioni di progetto, con le seguenti tolleranze ammissibili, salvo più rigorose limitazioni indicate in progetto:

- coordinate plano-altimetriche: ± 5 cm;
- scostamento dall'asse teorico: $\pm 2\%$;
- lunghezza: ± 15 cm

Di norma, salvo diverse indicazioni progettuali, le miscele cementizie di iniezione per i trattamenti di impregnazione saranno preparate adottando un dosaggio in peso dei componenti tale da soddisfare un rapporto cemento/acqua:

$$0,2 \leq c/a \leq 0,6$$

Per i trattamenti di intasamento di rocce fessurate il dosaggio c/a può variare nell'intervallo:

$$0,4 \leq c/a \leq 1,4$$

Il terreno consolidato dovrà presentare le caratteristiche meccaniche esposte nella seguente Tabella 3.6, uniformemente distribuite nell'ambito dei volumi minimi considerati:

| CARATTERISTICHE MECCANICHE DEL TERRENO CONSOLIDATO | INTERVALLO DELLA PROVA | |
|---|---------------------------|---------------------------|
| | DOPO 48 h DALLA INIEZIONE | DOPO 7 gg DALLA INIEZIONE |
| Resistenza a compressione semplice, determinata su carote prelevate nel terreno consolidato, aventi rapporto h/d=1 | ≥1 MPa | ≥ 1,5 MPa |
| R.Q.D. (indice di recupero modificato) espresso come percentuale di recupero del carotaggio tenendo conto degli spezzoni di carota di lunghezza ≥100 mm | ≥ 50% | ≥ 70% |

Tabella 3.6: Caratteristiche meccaniche del terreno in funzione dell’intervallo di prova

L'Impresa, a sua totale cura e sotto il controllo della Direzione Lavori, provvederà alla messa a punto della tecnologia d'intervento procedendo preliminarmente, mediante prove e sondaggi, alla determinazione delle caratteristiche geomeccaniche, livello di falda e permeabilità del terreno da consolidare; in base ai risultati ottenuti definirà:

- la quantità e distribuzione dei tubi di iniezione;
- il passo delle valvole;
- la composizione delle miscele con specifico riferimento alla viscosità, che dovrà essere bassa per poter eseguire le iniezioni in tempi brevi, il rapporto acqua cemento ed l'impiego di additivi adeguati;
- la finezza del cemento;
- la pressione di iniezione, che di norma dovrà essere inferiore a quella di cedimento del sistema (claquage)

L'Impresa dovrà inoltre eseguire, sempre a sua cura e sotto il controllo della Direzione Lavori, la verifica degli effetti indotti nel terreno ed infine l'accertamento dell'uniformità e

delle caratteristiche meccaniche del terreno consolidato mediante prove in sito ed in laboratorio su campioni prelevati con carotaggi.

L'Impresa potrà dare corso ai trattamenti soltanto dopo che la Direzione Lavori avrà espresso il suo benestare in base ai risultati delle prove di cui sopra, con l'avvertenza che in ogni caso tale benestare non ridurrà la responsabilità dell'Impresa circa il raggiungimento delle prescrizioni progettuali, in termini di spessore e resistenza del terreno consolidato.

Qualora si dovessero riscontrare variazioni sensibili nelle caratteristiche dei terreni attraversati rispetto a quelle assunte inizialmente per la messa a punto del sistema, l'Impresa, a sua cura spese, dovrà verificare puntualmente l'idoneità dei parametri adottati provvedendo eventualmente ad una loro ritaratura in corso d'opera.

L'Impresa, in ogni caso, dovrà procedere a continui sondaggi nei trattamenti effettuati per verificare la rispondenza alle prescrizioni progettuali relativamente a resistenze e spessori.

A carico dell'Impresa, si considerano tutte le operazioni preliminari di sondaggio, prove, progettazione e campo prove; la documentazione dei lavori; la ubicazione dei punti di trattamento; le operazioni di perforazione ed infissione dei tubi valvolati; l'esecuzione delle iniezioni di guaina e di quelle di consolidamento, compreso la fornitura di tutti i materiali.

Sono, altresì, a carico dell'Impresa eventuali superfici di parete consolidata eccedenti le dimensioni teoriche di progetto.

8.5 Misurazione E Contabilizzazione

8.5.1 Norme generali

Resta stabilito che, sia per i lavori compensati a corpo che per quelli compensati a misura, l'Appaltatore ha l'onere contrattuale di predisporre in dettaglio tutti i disegni contabili delle opere realizzate e delle lavorazioni eseguite con l'indicazione (quote, prospetti e quant'altro necessario) delle quantità, parziali e totali, nonché con l'indicazione delle relative operazioni aritmetiche e degli sviluppi algebrici necessari alla individuazione delle quantità medesime, di ogni singola categoria di lavoro attinente l'opera o la lavorazione interessata.

Detti disegni contabili, da predisporre su supporto informatico e da predisporre, in almeno duplice copia su idoneo supporto cartaceo, saranno obbligatoriamente consegnati tempestivamente alla Direzione Lavori per il necessario e preventivo controllo e verifica da effettuare sulla base delle misurazioni, eseguite in contraddittorio con l'Appaltatore, durante l'esecuzione dei lavori.

Tale documentazione contabile è indispensabile per la predisposizione degli Stati di Avanzamento Lavori e per l'emissione delle relative rate di acconto, secondo quanto stabilito in merito per i pagamenti.

La suddetta documentazione contabile resterà di proprietà dell'Amministrazione committente.

Tutto ciò premesso e stabilito, si precisa che:

- I lavori compensati "a misura" saranno liquidati secondo le misure geometriche, o a numero, o a peso, così come rilevate dalla Direzione dei Lavori, in contraddittorio con l'Appaltatore, durante l'esecuzione dei lavori
- I lavori da compensare "a corpo" saranno controllati in corso d'opera attraverso le misure geometriche, o a peso, o a numero, rilevate dalla Direzione dei Lavori in contraddittorio con l'Appaltatore e, quindi, confrontate con le quantità rilevabili dagli elaborati grafici facenti parte integrante ed allegati al Contratto di Appalto

Per la predisposizione degli Stati di Avanzamento Lavori e per l'emissione delle relative rate d'acconto, il corrispettivo da accreditare nei S.A.L. è la parte percentuale del totale del prezzo a corpo risultante da tale preventivo controllo, effettuato a misura, oltre le prescritte trattenute di Legge e le eventuali risultanze negative (detrazioni) scaturite a seguito del Collaudo in corso d'opera.

A completamento avvenuto di tutte le opere a corpo, risultante da apposito Verbale di constatazione redatto in contraddittorio con l'Appaltatore, la Direzione dei Lavori provvederà, con le modalità suddette, al pagamento del residuo, deducendo le prescritte trattenute di Legge e le eventuali risultanze negative scaturite dalle operazioni e dalle verifiche effettuate dalla Commissione di Collaudo in corso d'opera.

8.5.2 Criteri di misura

- **Tiranti, chiodi e bulloni**

La misurazione corrisponderà alla lunghezza dell'ancoraggio introdotto, a partire dal filo esterno della piastra di ancoraggio.

- **Drenaggi**

Il geocomposito adoperato come strato di drenaggio sarà computato a metro quadrato, in funzione della superficie effettivamente ricoperta dal telo ed in base allo spessore comprese gli eventuali sfridi e sovrapposizioni.

Nel caso di dreni (o pali) di sabbia, ai fini del loro pagamento, si misurerà la lunghezza del dreno (o palo) dalla quota inferiore del foro fino alla quota risultante in corrispondenza di ciascun dreno dopo l'asportazione dello strato superficiale.

Il prezzo comprende lo scavo, l'allontanamento dei materiali di risulta, la sabbia ed ogni altra fornitura, prestazione ed onere, ad esclusione dell'asportazione dello strato superficiale.

- **Trattamenti colonnari**

La misurazione corrisponderà all'effettiva lunghezza della colonna di terreno consolidata. La lunghezza delle colonna sarà misurata in base alla profondità raggiunta dalla batteria di aste di iniezione, dedotto il tratto di perforazione a vuoto

- **Iniezioni**

La misurazione che darà luogo al compenso per gli interventi di iniezione o di impregnazione prenderà a riferimento i quintali di cemento normale iniettato e misurato a secco. Le iniezioni saranno computate in base all'effettiva lunghezza del perforo iniettato ed in rapporto al diametro dello stesso.

In presenza di iniezioni ripetute in pressione si considera tratto attivo (fondazione) del tirante esclusivamente il bulbo.

9 NON CONFORMITA'

La Direzione dei Lavori, sulla scorta dei controlli e delle prove eseguite sulle singole lavorazioni, così come sopra descritte, provvederà, in caso di esito negativo, ad aprire delle non conformità rendendone edotto l'appaltatore.

La risoluzione delle non conformità, che coinvolgerà sempre anche il progettista nel caso di opere strutturalmente rilevanti, dovrà essere proposta dall'appaltatore e concordata con la Direzione dei Lavori. A insindacabile giudizio del Direttore dei Lavori, potranno essere comminate penalizzazioni economiche sulle lavorazioni oggetto di non conformità.

9.1 Collaudo

Per le prove di collaudo sugli elementi strutturali sopra elencati si rimanda ai singoli paragrafi indicanti le prove da eseguire.

9.2 Manutenzione

Il piano di manutenzione dei sistemi strutturali sopra esposti dovrà tener conto:

- Per quanto attiene gli ancoraggi, non sono previsti magisteri da eseguire in corso di vita degli stessi; tutte le accortezze al fine di evitare ammaloramenti e perdita di prestazione dovranno essere presi in fase di esecuzione; a titolo esemplificativo sarà necessario proteggere gli ancoraggi dalla corrosione dovuta all'acqua e che potrebbe venire a contatto con l'elemento strutturale; andrà quindi curata con attenzione ad es. la impermeabilizzazione delle testate con vernici bituminose o apposite coperture in cemento.
- Per quanto attiene i drenaggi a nastro, andrà previsto un controllo periodico nei punti di scarico dei dreni a valle; oltre questo, in caso di terreni sufficientemente stabili, possono prevedersi dei fori spia in modo da poter effettuare interventi di pulizia, oltre che monitorare lo stato dei collettori e le portate di drenaggio.
- I pozzi drenanti devono essere ispezionati periodicamente per il controllo di funzionalità del sistema drenante; l'efficacia dell'intervento può essere stimata valutando l'incremento del fattore di sicurezza conseguente alla riduzione del livello piezometrico. È necessario inoltre garantire e valutare, attraverso controlli periodici della portata, il corretto funzionamento dei collettori di scarico.

9.3 Norme E Riferimenti

I lavori saranno eseguiti in accordo, ma non limitatamente, alle seguenti leggi e normative:

- D. M. Infrastrutture 14/01/2008: Norme tecniche per le costruzioni e ss.mm.ii;
- Circolare C.S. LL.PP. n. 617 del 02.02.2009: Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove Norme Tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 Gennaio 2008;
- Decreto Ministeriale 11/03/1988: Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione;
- Raccomandazioni AICAP-AGI "Ancoraggi nei terreni e nelle rocce", edizione Giugno 2012;
- Norme UNI-CNR, ASTM, DIN richiamate ove pertinenti

Gli acciai impiegati nella realizzazione dei tiranti di ancoraggio di cui al cap. 6.6 del D.M. 14/01/08 dovranno essere conformi a quanto prescritto nel capitolo 11.3 del citato D.M.

9.3.1 Appendice

DETTAGLI ESECUTIVI SULLE PROVE PRELIMINARI SUGLI ANCORAGGI

Nel prosieguo vengono indicate nel dettaglio le due tipologie di prove preliminari da effettuarsi obbligatoriamente in caso di utilizzo di tiranti geotecnici strutturali.

Esecuzione della prova di sfilamento

Nella prova a sfilamento, l'ancoraggio deve essere sollecitato fino al massimo carico di prova possibile, ovvero il carico P_p che determina il raggiungimento di una tensione nell'armatura pari al 90% di quella di snervamento:

$$P_p = 0,9 \cdot R_{tk} = 0,9 \cdot A_s \cdot f_{yk}$$

Per aumentare il carico di prova e favorire lo sfilamento della fondazione, la sezione dell'armatura dell'ancoraggio deve essere quindi appositamente dimensionata in modo tale che la resistenza a sfilamento della fondazione possa essere prevedibilmente raggiunta prima che si produca lo snervamento dell'armatura.

Qualora questo non bastasse per produrre lo sfilamento della fondazione, la prova dovrà essere effettuata su un ancoraggio con fondazione di lunghezza ridotta, $(L_f)_{prova}$, rispetto a quella di progetto, $(L_f)_{prog}$. In tal caso potrebbe essere necessario incrementare la lunghezza libera dell'ancoraggio di una quantità pari alla riduzione della lunghezza della fondazione onde sperimentare il terreno alla stessa profondità di fondazione dell'ancoraggio definitivo. Solo in questo caso la resistenza caratteristica per gli ancoraggi definitivi potrà essere stimata amplificando la resistenza misurata mediante un fattore pari al rapporto delle lunghezze $(L_f)_{prog}/(L_f)_{prova}$.

La velocità di applicazione del carico, così come quella di scarico, dovrà essere inferiore a 10 kN al minuto.

La prova comprende le seguenti fasi:

- tesatura fino ad una forza di allineamento P_a , usualmente pari al valore minimo tra 50 kN e il 10% del carico di prova P_p ; la corrispondente configurazione dell'ancoraggio costituisce il riferimento geometrico per la misura degli allungamenti ΔL
- tesatura per incrementi di carico pari a 0,1 di P_p ogni minuto, fino a raggiungere lo sfilamento o il carico di prova P_p , con sosta a ciascun incremento per il solo tempo necessario alla lettura del corrispondente allungamento

Nel caso non sia stato raggiunto lo sfilamento vero e proprio della fondazione, la prova va ripetuta riducendo le dimensioni della fondazione o aumentando la sezione dell'armatura.

Nel caso di ancoraggi temporanei ad espansione meccanica, la prova viene condotta su un dispositivo uguale a quello da impiegare ed è spinta fino a raggiungere lo snervamento dell'armatura o lo sfilamento della fondazione.

Il valore ultimo di prova viene assunto come un valore misurato della resistenza a sfilamento dell'ancoraggio ($R_{a,m}$).

Esecuzione della prova di idoneità

La prova di idoneità viene eseguita su un ancoraggio avente le medesime caratteristiche degli ancoraggi definitivi (modalità costruttive, diametro di perforazione, lunghezza di fondazione, ecc.) stabilite anche sulla base dei risultati della prova di sfilamento. Per ragioni di sicurezza per gli operatori, l'armatura dell'ancoraggio potrà essere opportunamente maggiorata.

Il carico di prova P_p coincide con il valore stimato della resistenza caratteristica dell'ancoraggio.

La velocità di applicazione del carico, così come quella di scarico, dovrà essere inferiore a 10 kN al minuto.

La prova comprende le seguenti fasi:

Prima fase

Tesatura iniziale dell'ancoraggio con una forza di allineamento P_a pari al valore minimo tra 50 kN e il 10% di P_p ; la corrispondente configurazione dell'ancoraggio costituisce il riferimento geometrico per la misura degli allungamenti ΔL .

Seconda fase

Tesatura con incrementi del carico fino al carico di prova P_p ; per ciascun livello di carico, la forza dovrà essere mantenuta costante per un intervallo di tempo sufficiente a rilevare l'andamento degli allungamenti nel tempo; una possibile articolazione degli incrementi e delle durate del carico è indicata nella seguente Tabella 9.1:

| Fase di carico | Carico applicato | Durata minima del carico (min) per la misura degli allungamenti | | | |
|----------------|---------------------|---|----------------------|-----------------------------|----------------------|
| | | Ancoraggi temporanei | | Ancoraggi permanenti | |
| | | Roccia o terreni incoerenti | Terreni a grana fine | Roccia o terreni incoerenti | Terreni a grana fine |
| 1 | 0,25 P _p | 1 | 1 | 15 | 15 |
| 2 | 0,40 P _p | 1 | 1 | 15 | 15 |
| 3 | 0,55 P _p | 1 | 1 | 15 | 15 |
| 4 | 0,70 P _p | 5 | 5 | 30 | 60 |
| 5 | 0,85 P _p | 5 | 5 | 30 | 60 |
| 6 | 1,00 P _p | 30 | 60 | 60 | 180 |

Tabella 9.1: Incrementi e durate di carico

Per ogni singolo incremento di carico, si dovranno rilevare gli allungamenti con i seguenti tempi di lettura:

- 1, 2, 5, 10, 15, 30, 60, 120, 180 minuti

Nel corso di questa fase di prova, devono essere tracciate le curve dell'allungamento in funzione del tempo in scala logaritmica, per tutte le soste a carico costante (Figura 9.1a) e l'andamento del rapporto di creep ϵ nel tratto rettilineo finale delle predette curve, in funzione del rapporto fra carico applicato P e carico di prova P_p (Figura 9.1b).

log t

Figura 9.1a

P/P_p %

Figura: 9.1b

Nel rispetto degli intervalli minimi suggeriti, una fase di carico può comunque considerarsi terminata se il corrispondente valore di ϵ risulta minore di 2 mm.

Per ciascuna curva, il valore del rapporto di creep ϵ nel tratto finale della curva è dato da:

$$\sigma = (\sigma_2 - \sigma_1) / \log(t_2/t_1)$$

dove :

σ₁ è il valore dell'allungamento al tempo t₁;

σ₂ è il valore dell'allungamento al tempo t₂;

- t₁ è il tempo subito dopo l'applicazione dell'incremento di tiro o di inizio dell'osservazione;

- t₂ è il tempo al termine del periodo di osservazione a carico costante.

Terza fase

scarico fino al tiro di allineamento P_a in tre stadi, con sosta ad ogni gradino per il tempo necessario ad effettuare la lettura del relativo allungamento e misura dell'allungamento residuo σ_{L_{per}} al valore di P_a.

Al termine della prova, viene tracciato il diagramma forze-allungamenti (Figura 9.2).

Figura 9.2

Diagramma forze-allungamenti

Come valore misurato della resistenza a sfilamento dell'ancoraggio, si assume il valore $R_{a,m}$, come di seguito ottenuto:

- per tutti i terreni è il valore minimo del carico di prova per il quale risulta $\delta > 2$ mm, e qualora la precedente condizione non sia applicabile;
- nel caso di roccia o terreno incoerente: il massimo valore della forza applicata durante la prova anche se non si è raggiunto lo sfilamento dell'ancoraggio;
- nel caso di terreno a grana fine: il valore della forza di sfilamento ovvero il valore della forza per cui il diagramma di Fig. 9.1b presenta una evidente variazione di pendenza

Inoltre, se non diversamente previsto dal progetto, l'idoneità dell'ancoraggio risulta accertata:

- se gli spostamenti misurati e il rapporto di creep al carico di prova soddisfano i requisiti indicati nella seguente Tabella 9.3



Tabella 9.3: Valori di riferimento degli allungamenti e del rapporto di creep

- se la lunghezza libera teorica L_t e la lunghezza libera apparente L_{app} dell'ancoraggio verificano le condizioni seguenti:

$$0,9 L_t \leq L_{app} \leq L_t + 0,5 L_f$$

dove L_f è la lunghezza della fondazione dell'ancoraggio e L_{app} si ricava in prima approssimazione con la seguente relazione:

$$L_{app} = \delta L \cdot A_s \cdot E_s / (P_p - P_a)$$

dove:

- A_s è l'area della sezione di armatura
- E_s è il modulo elastico del materiale di armatura
- δL è l'allungamento elastico misurato al valore del tiro di prova
- P_p , P_a sono i valori del tiro di prova e di allineamento

In base al valore della resistenza misurata, la prova consente di determinare il valore appropriato della resistenza caratteristica a sfilamento dell'ancoraggio e quindi di verificare che il tiro di progetto P_d risulti minore o uguale al valore di progetto della resistenza (R_{ad}).

9.4 Tipologie Di Pozzi Drenanti

9.4.1 Pozzi drenanti a tutta sezione

Impermeabilizzato il fondo del pozzo sino a 20 cm sopra la quota prevista per la condotta di fondo, si eseguirà il riempimento con materiale arido pulito provvedendo contemporaneamente all'estrazione del rivestimento provvisorio. Si utilizzerà di norma un fuso granulometrico compreso fra 2÷25 mm circa, con passante al vaglio 200 ASTM non superiore al 5%; il materiale dovrà essere lavato ed esente da materiali organici coesivi.

Per favorire il corretto assestamento della ghiaia, potrà essere opportuno facilitarne la discesa mediante il deflusso di una piccola portata di acqua.

Completato il riempimento, si provvederà alla realizzazione di un tappo superiore di impermeabilizzazione, separato dal materiale drenante per mezzo di una membrana geotessile o in PVC.

9.4.2 Pozzi ispezionabili

Si tratta di pozzi con rivestimento definitivo di adeguato diametro, usualmente non minore di 1,5 metri e con una intercapedine filtrante all'intorno.

In presenza di tubo forma, questo sarà estratto contemporaneamente alla immissione del materiale drenante, curando che rimanga sempre immerso nello stesso per impedirne la contaminazione; si dovrà, anche in questo caso, procedere alla impermeabilizzazione del fondo del pozzo sino a 20 cm sopra la quota prevista per la condotta di fondo. La presenza del rivestimento definitivo consente in ogni momento di accedere alla tubazione di collegamento per verificare il normale funzionamento ed eseguire, se necessario, eventuali manutenzioni.

Il mantello drenante di questi pozzi sarà ottenuto tramite il riempimento di questa corona anulare esterna con il materiale granulare arido 2÷25 mm.

Eseguita l'impermeabilizzazione del fondo (esterno ed interno) si procederà al versamento del materiale drenante mediante opportuni convogliatori.

Eseguito anche il tappo superiore, si provvederà ad installare all'interno del rivestimento definitivo una scala metallica munita di gabbia di protezione.

Infine, verrà posto in opera il chiusino di testa, in cemento armato prefabbricato, munito di botola in ghisa.

1.1.2 Pozzi drenanti con rivestimento strutturale

Si tratta di pozzi aventi diametro minimo ϕ 2 m, il cui mantello drenante, di spessore adeguato, secondo progetto, è coassiale ed esterno ad un rivestimento in conglomerato cementizio armato di spessore opportuno.

Anche in questo caso, si dovrà procedere alla impermeabilizzazione del fondo del pozzo sino a 20 cm sopra la quota prevista per la condotta di fondo.

Le acque di drenaggio vengono raccolte all'interno del pozzo tramite 2÷3 perforazioni radiali del rivestimento in c.a.

L'allestimento del pozzo sarà infine completato in maniera analoga a quanto previsto per i pozzi ispezionabili (scala, chiusino, botola, ecc.).

Ove previsto dal progetto, si installeranno dall'interno dei pozzi delle raggere di tubi microfessurati in PVC. L'importanza di questi micro-dreni è dovuta alla possibilità che offrono di incrementare la captazione delle acque in terreni poco permeabili, o al contatto tra coltre e substrato.

10 MONITORAGGIO IN FASE DI SCAVO

È previsto durante l'esecuzione degli scavi nei tratti all'aperto, in cui le opere di sostegno interferiscono con le strutture esistenti prossime alle zone di scavo., un'attività di monitoraggio.

La raccolta, l'analisi e l'interpretazione dei dati derivanti dalle misure in corso d'opera e durante l'esercizio ha lo scopo di:

- verificare la validità delle previsioni progettuali attraverso un confronto sistematico, in corso d'opera, tra le stesse previsioni e la risposta tenso-deformativa dei terreni;
- assicurare che l'opera espliciti le sue funzioni, risultando idonea all'esercizio, resistente e stabile senza riduzioni significative della sua integrità o manutenzioni non previste.

Prima dell'inizio dell'esecuzione delle opere sarà predisposto un piano operativo di monitoraggio per il controllo del comportamento del terreno e delle strutture sia durante i lavori che in fase di esercizio. Tale piano sarà redatto a cura dell'Appaltatore sulla base del programma di monitoraggio indicato nel progetto esecutivo e, sentito il progettista, sottoposto alla D.L. per l'approvazione.

In tale piano dovranno essere chiaramente indicate le ipotesi formulate per la valutazione delle componenti di spostamento, delle deformazioni e delle sollecitazioni indotte nel terreno e nelle strutture.

Dovranno inoltre risultare le ipotesi sulla caratterizzazione geotecnica dei terreni, che dovranno essere verificate sulla base delle misure che saranno svolte nel corso dei lavori.

Nel piano dovranno infine essere indicati: la frequenza delle letture in corso d'opera ed in fase di esercizio; il periodo di tempo nel quale si devono proseguire le misure durante l'esercizio e la frequenza (semestrale o inferiore) delle letture da effettuare dopo il collaudo, per la vita dell'opera. La definizione della frequenza delle letture si baserà sulle indicazioni fornite dal progettista che sono da considerarsi come valori minimi incrementabili in corso d'opera.

La raccolta, l'analisi e l'interpretazione dei dati derivati dalle misure in corso d'opera e durante l'esercizio dovranno essere condotti con particolare sistematicità e cura, secondo indicazioni che saranno date dalla D.L., sentito il progettista, in modo da consentire l'archiviazione e la conseguente creazione di un "data base" da utilizzare a beneficio delle opere che saranno costruite nel futuro.

La lettura e la interpretazione delle misurazioni durante la costruzione e sino alla data di emissione del certificato di collaudo finale, questa compresa, saranno eseguite a cura dell'Appaltatore.

11 ALLEGATO 1 - PAVIMENTAZIONI IN CALCESTRUZZO

MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
Ispettorato per la Circolazione e la Sicurezza Stradale

studio a carattere pre-normativo delle

**NORME TECNICHE DI TIPO PRESTAZIONALE PER
CAPITOLATI SPECIALI D'APPALTO**

Documento approvato dalla Commissione di studio per le norme relative ai materiali
stradali e progettazione, costruzione e manutenzione strade del CNR

Articolo 10 A

Pavimentazioni in calcestruzzo con giunti a lastre non armate

Le pavimentazioni in calcestruzzo a lastre non armate sono costituite da un insieme di lastre, prive di armatura strutturale, tra cui la compartecipazione è realizzata attraverso un sistema di giunti longitudinali e trasversali. I giunti consentono di controllare le deformazioni del calcestruzzo limitando le sollecitazioni di origine meccanica termica ed igrometrica.

10A.1 MATERIALI COSTITUENTI E LORO QUALIFICAZIONE

Cemento Il cemento è un legante idraulico, cioè un materiale inorganico finemente macinato che, mescolato con acqua, forma una pasta che rapprende e indurisce a seguito di processi e reazioni di idratazione e che, una volta indurita, mantiene la sua resistenza e la sua stabilità anche sott'acqua.

I cementi utilizzati dovranno soddisfare ai requisiti previsti dalla L. 595/65 ed elencati nella Norma UNI ENV 197-1:

- tipo I (Portland);
- tipo II (Portland composito);
- tipo III (d'altoforno);
- tipo IV (pozzolanico);
- tipo V (composito).

Ai fini dell'accettazione, prima dell'inizio dei lavori, i cementi utilizzati dovranno essere controllati e certificati come previsto dal DPR 13/9/93 n. 246 e dal D.M. 12/07/93 n. 314. Tale certificazione sarà rilasciata dall'Istituto Centrale per la Industrializzazione e la Tecnologia Edilizia (I.C.I.T.E.) o da altri organismi autorizzati ai sensi dello stesso D.M. 12/07/93.

Aggregati Gli aggregati sono componenti del calcestruzzo costituiti da elementi lapidei integri o frantumati, naturali o artificiali, aventi forma e dimensioni consone alla confezione del calcestruzzo. Essi risultano composti dall'insieme degli aggregati grossi (trattenuti al setaccio da 4mm (UNI 2332) e degli aggregati fini.

Gli aggregati devono possedere le caratteristiche fondamentali indicate nel prospetto 1 della Norma UNI 8520-97 parte 2^a per la categoria A.

Particolare attenzione dovrà essere rivolta alla valutazione del rischio da vizio occulto di **reazione alcali-aggregato** a fronte del quale, fatto salvo l'esito positivo delle prove previste dalla Norma UNI 8520 (parti 4 e 22), si dovranno adottare ulteriori misure preventive quali ad esempio:

- la scelta di cementi a basso contenuto di alcali (UNI EN 196/21);
- utilizzo di idonei quantitativi di aggiunte.

Durante la lavorazione la Direzione Lavori verificherà la continuità della corrispondenza delle caratteristiche del materiale ai valori ottenuti nella fase di qualifica. Qualora si verificano discrepanze significative, la Direzione Lavori potrà rifiutare il materiale lapideo.

L'**aggregato grosso** deve essere costituito da elementi ottenuti dalla frantumazione di rocce lapidee, da elementi naturali tondeggianti frantumati¹, da elementi naturali a spigoli vivi.

Per tutte le pezzature impiegate sono inoltre valide le seguenti prescrizioni:

- coefficiente di forma $\geq 0,15$ (UNI 8520/18);
- assorbimento di umidità degli aggregati ≤ 1 % (UNI 8520/16);

¹ Un granulo si intende frantumato quando presenta meno del 20% di superficie arrotondata.

- coefficiente di abrasione Los Angeles ≤ 30 % (UNI 8520/19).

L'**aggregato fino** deve essere costituito da elementi naturali e di frantumazione e dovrà avere una composizione granulometrica compresa nel fuso riportato in **Tabella 10A.1**:

Tabella 10A.1

| Serie setacci UNI 2332 | Passante (%) |
|---------------------------|--------------|
| 8 | 100 |
| 4 | 90 - 100 |
| 2 | 65 - 90 |
| 1 | 45 - 75 |
| 0,5 | 22 - 46 |
| 0,25 | 7 - 25 |
| 0,125 | 0 - 5 |

Ai fini dell'accettazione, prima dell'inizio dei lavori, l'Impresa è tenuta a predisporre la qualificazione degli aggregati tramite certificazione attestante i requisiti prescritti. Tale certificazione deve essere rilasciata da un Laboratorio riconosciuto dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti.

Acqua L'acqua d'impasto deve rispettare le prescrizioni della Norma UNI-EN 1008.

Additivi Gli additivi sono prodotti che, aggiunti al calcestruzzo in piccole quantità in massa rispetto al cemento, inducono le richieste modifiche delle proprietà del calcestruzzo. Gli additivi devono rispettare le prescrizioni delle Norme UNI 7101÷7120, UNI 8145 ed UNI EN 934/2; non devono contenere sostanze dannose in quantità tali da pregiudicare la durabilità del calcestruzzo o da causare corrosione delle armature. L'impiego di additivi è consentito previa la verifica del loro dosaggio e delle prestazioni delle miscele, allo stato fresco e allo stato indurito. Si farà uso di additivi aeranti laddove questi siano espressamente richiesti negli elaborati di progetto. Essi dovranno essere aggiunti al calcestruzzo nel mescolatore in soluzione con l'acqua di impasto, con un sistema meccanico che consenta di aggiungere l'additivo in quantità variabili di non più del 5% della quantità indicata nello studio della miscela e che assicuri la sua uniforme distribuzione nella massa del calcestruzzo durante il periodo di miscelazione.

Aggiunte Le aggiunte sono materiali inorganici finemente macinati che possono essere aggiunti al calcestruzzo per modificarne le caratteristiche o ottenerne di speciali. L'impiego nelle miscele di aggiunte è consentito purché in quantità tali da non pregiudicare la durabilità del calcestruzzo o da causare corrosione alle armature. Le ceneri volanti impiegate dovranno essere conformi alla Norma UNI EN 450. Quando l'aggiunta avvenga in sostituzione del cemento la percentuale di ceneri non dovrà superare il 20% del peso totale ceneri più cemento. Le prestazioni dei calcestruzzi confezionati con l'aggiunta di ceneri volanti o altre aggiunte di tipo II (Norma UNI 9858), sia allo stato fresco che indurito, vanno verificate nel corso della fase di qualifica delle miscele.

Prodotti filmogeni I prodotti filmogeni sono applicati sulla superficie del calcestruzzo per ridurre la perdita d'acqua per evaporazione durante il primo periodo di indurimento ed eventualmente durante la successiva maturazione del calcestruzzo. Le caratteristiche dei prodotti filmogeni dovranno essere conformi a quanto indicato nella Norma UNI 8656 (tipo 1 e 2). La costanza della composizione del prodotto filmogeno dev'essere verificata al momento dell'approvvigionamento.

Armature Le armature impiegate per la pavimentazione comprendono le barre di trasferimento che assicurano la compartecipazione tra 2 lastre adiacenti, le barre di legatura tra i

giunti e le reti elettrosaldate. Tutte le armature andranno poste in opera secondo quanto riportato nei disegni di progetto, impiegando i dispositivi di posizionamento e distanziamento, ivi indicati.

Barre di trasferimento. Il diametro, il distanziamento la lunghezza e la posizione delle barre di trasferimento saranno quelli indicati negli elaborati di progetto. Dovranno essere costituite da barre tonde lisce di acciaio della classe indicata in progetto, controllate in stabilimento, rispondenti ai requisiti prescritti dalla normativa vigente (DM 9/1/96 e successivi aggiornamenti). Dovranno essere lisce, perfettamente rettilinee, esenti da sbavature, deformazioni o irruvidimenti che possano pregiudicare il loro perfetto scorrimento. Le barre dovranno essere trattate con vernici anticorrosione ed immediatamente prima della loro posa in opera, rivestite da una pellicola di materiale lubrificante, secondo le indicazioni di progetto.

I cappucci per le barre di trasferimento, usati nei giunti di dilatazione, saranno metallici o di altro materiale rigido approvato dalla Direzione Lavori ed avranno una lunghezza che ricopra la barra da 50 a 75 cm. Avranno sezione trasversale tale da adattarsi perfettamente al diametro delle barre ed a prevenire l'infiltrazione d'acqua.

Barre di legatura. Le barre di legatura dei giunti, avranno i diametri, gli interassi e le lunghezze indicate nei disegni di progetto. Saranno costituite da barre di acciaio ad aderenza migliorata, della classe indicata in progetto, controllate in stabilimento e dovranno rispondere ai requisiti ed alle tolleranze dimensionali fissate dalla normativa vigente (DM 9/1/96 e successivi aggiornamenti).

Rete di acciaio elettrosaldata. La classe dell'acciaio, il diametro e con distanza assiale tra i fili sarà quella indicata nel progetto. Essa dovrà rispondere ai requisiti ed alle tolleranze dimensionali fissate dalla normativa vigente (DM 9/1/96 e successivi aggiornamenti).

Materiale di riempimento per giunti di dilatazione

Il riempimento dei giunti di dilatazione dovrà essere effettuato con tavolette prefabbricate di materiale compressibile rispondente alle prescrizioni contenute nelle Norma ASTM D1752 Tipo II.

Le tavolette dovranno avere sufficiente rigidità da poter essere installate in corrispondenza dei giunti prima della posa in opera del calcestruzzo ed essere predisposte per il passaggio delle barre di trasferimento, dove richiesto dal progetto.

Le tavolette dovranno avere dimensioni (altezza e spessore) coincidenti con quelle indicate negli elaborati di progetto. Qualora sia necessario l'impiego di più tavolette per un singolo giunto, esse dovranno essere adeguatamente collegate.

Materiali per la sigillatura dei giunti

Si tratta di materiali aventi caratteristiche elastiche ed adesive impiegati come riempimento sigillante per giunti. Potranno essere impiegati prodotti colati a freddo o prodotti preformati.

I prodotti colati a freddo dovranno essere miscelati secondo le proporzioni indicate dalla Ditta produttrice entro miscelatori o distributori automatici approvati dalla Direzione Lavori. I prodotti preformati dovranno essere conformi alla Norma ASTM D2628.

I sigillanti dovranno essere approvati dalla Direzione Lavori. Dovranno possedere caratteristiche di deformabilità compatibili con le dimensioni dei giunti indicate in progetto e resistenza all'invecchiamento per effetto degli agenti atmosferici. All'atto della proposta del tipo di sigillante da impiegare dovranno essere fornite le seguenti notizie tecniche:

- caratteristiche fisiche del prodotto;
- modalità di preparazione del materiale;
- modalità di preparazione del giunto prima della sigillatura;
- modalità e limiti d'impiego del prodotto (temperature, umidità, ecc.);
- tolleranza nella proporzione dei sigillanti a più componenti.

Miscela

Il calcestruzzo è specificato dal progettista come miscela progettata, con riferimento alle prestazioni richieste (calcestruzzo a prestazione garantita).

La resistenza meccanica del calcestruzzo dovrà soddisfare le prescrizioni di progetto riguardanti la resistenza a compressione e quella a flessione. In mancanza di esplicitate

indicazioni, la resistenza media a flessione del calcestruzzo non dovrà comunque essere inferiore a 4.0 MPa.

La classe di resistenza del calcestruzzo è definita dalla resistenza caratteristica a compressione misurata su cubi di 150mm di lato (R_{ck}) o cilindri di diametro 150mm e altezza 300mm (f_{ck}). Saranno utilizzati calcestruzzi appartenenti alle classi indicate in

Tabella 10A.2.

Tabella 10A.2

| Classe di resistenza | f_{ck} (N/mm^2) | R_{ck} (N/mm^2) |
|----------------------|--------------------------|--------------------------|
| C35/45 | 35 | 45 |
| C40/50 | 40 | 50 |
| C45/55 | 45 | 55 |

È ammesso l'impiego di calcestruzzi avente resistenza caratteristica superiore a quelle indicate nella **Tabella 10A.2.**

Per il confezionamento e la maturazione dei provini, e per la determinazione della resistenza meccanica del calcestruzzo si farà riferimento alle Norme UNI 6126, 6127, 6130, 6132, 6133, 6135, alle prescrizioni del D.M. 9/1/96 e successivi aggiornamenti.

La **lavorabilità** degli impasti è valutata attraverso misure di consistenza del calcestruzzo fresco per cui sarà impiegato il metodo dell'abbassamento al cono (UNI 9418). Il valore ottimale della consistenza da mantenere durante la produzione del calcestruzzo verrà stabilito dalla D.L. in funzione della metodologia di stesa impiegata, dopo aver eseguito la strisciata di prova. Nel caso di stesa manuale il calcestruzzo dovrà comunque avere un abbassamento al cono compreso tra 100 e 200mm.

Il **dosaggio, il tipo e la classe di cemento** da utilizzare, saranno stabiliti nella fase di qualificazione delle miscele. In ogni caso il dosaggio di cemento non potrà mai scendere al di sotto dei 300 kg/m^3 .

L'assortimento granulometrico delle miscele dovrà essere realizzato impiegando almeno tre classi granulometriche diverse, di cui almeno una sabbia. La curva granulometrica dell'aggregato combinato sarà progettata e messa a punto nella fase di qualifica delle miscele e dovrà garantire il raggiungimento delle prestazioni richieste sia allo stato fresco che indurito. La curva scelta per ciascuna miscela dovrà essere comunicata prima dell'inizio dei getti alla Direzione Lavori che provvederà a verificarne la costanza.

La **dimensione massima dell'aggregato** dovrà essere indicata negli elaborati di progetto, nel rispetto delle indicazioni riportate al punto 5.4 della UNI 9858 e delle disposizioni di legge.

Il rapporto acqua-cemento (a/c) delle miscele sarà stabilito in modo da garantire il raggiungimento della resistenza meccanica e di tutte le altre prestazioni richieste alle miscele sia allo stato fresco che indurito. In ogni caso il rapporto a/c non dovrà superare il valore di 0.50. Nella determinazione del rapporto a/c occorre considerare gli aggregati nella condizione di saturazione a superficie asciutta. Pertanto bisognerà tenere conto dell'umidità degli aggregati al momento dell'impasto, sia che essa sia in eccesso o in difetto rispetto alla condizione su menzionata, in base ai valori di assorbimento determinati, in fase di qualificazione, secondo la Norma UNI 8520 parti 13a e 16a.

Qualora, gli elaborati progettuali richiedano l'impiego di un additivo aerante, dovrà essere inoltre garantito il volume minimo di microbolle d'aria aggiunta specificato in

Tabella 10A.3. Le microbolle dovranno essere uniformemente distribuite nella miscela.

Tabella 10A.3

| Diametro massimo dell'aggregato (mm) | Aria Aggiunta (%) |
|--------------------------------------|-------------------|
| 32 | 4 |
| 16 | 5 |
| 8 | 6 |

Il dosaggio di additivo aerante necessario per ottenere nel calcestruzzo la giusta percentuale di microbolle d'aria aggiunta ed il valore complessivo finale del contenuto d'aria, sarà determinato durante la fase di qualifica delle miscele.

10A.2 – ACCETTAZIONE DELLE MISCELE

La composizione della miscela (acqua, cemento, aggregati, additivi ed aggiunte) deve essere stabilita in modo da soddisfare le specifiche prestazionali richieste, e di minimizzare i fenomeni di segregazione ed essudazione del calcestruzzo fresco.

A tale scopo l'Impresa è tenuta a far eseguire uno studio della composizione del calcestruzzo (mix design). Tale studio si articolerà in due fasi e comprenderà una fase di qualifica delle miscele in laboratorio ed una di messa a punto dell'impianto di produzione.

Qualifica delle miscele in laboratorio L'Impresa presenterà alla Direzione Lavori lo studio di composizione del conglomerato cementizio sulla base delle richieste contenute negli elaborati progettuali. Tale studio sarà eseguito presso un Laboratorio riconosciuto dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti e conterrà i risultati delle prove fisiche e di resistenza meccanica realizzate su ciascuna miscela di cui sia previsto l'impiego.

Lo studio di composizione dovrà comprendere, per ciascuna miscela, la determinazione sperimentale della relazione esistente tra la resistenza caratteristica a compressione e quella a flessione del calcestruzzo per le durate di stagionatura rilevanti ai fini del progetto, e comunque almeno a 3 ed a 28 giorni. A tale scopo saranno realizzati per ciascuna miscela di cui sia previsto l'impiego, almeno 6 provini per le prove di resistenza a compressione e 6 provini per le prove di resistenza a flessione.

Per ognuna delle miscele proposte per l'impiego dovrà inoltre essere indicato almeno:

- il proporzionamento analitico di un metro cubo di calcestruzzo;
- tipo, classe e dosaggio di cemento;
- la quantità d'acqua utilizzata;
- il rapporto a/c (con aggregati in condizioni di saturazione a superficie asciutta);
- la granulometria ed il dosaggio di ciascuna frazione degli aggregati;
- i risultati delle prove di qualifica degli aggregati utilizzati;
- tipo e dosaggio degli eventuali additivi ed aggiunte;
- in caso di impiego di additivo aerante, il contenuto percentuale di aria inclusa nell'impasto fresco;
- classi di esposizione ambientale per le quali la miscela è durabile;
- la massa volumica del calcestruzzo fresco;
- la lavorabilità delle miscele;
- le resistenze meccaniche alle scadenze prescritte.

Qualifica delle miscele all'impianto La Direzione Lavori autorizzerà l'inizio dei getti solamente dopo l'approvazione della documentazione relativa agli studi di qualifica delle miscele in laboratorio ed all'effettuazione, presso l'impianto di produzione, in contraddittorio con l'Impresa, di impasti di prova per la qualificazione della produzione di ciascun tipo e classe di calcestruzzo.

La qualifica si intenderà positivamente superata quando:

- il valore della resistenza media a compressione a 28 giorni (R_m), misurata su almeno 4 prelievi (la resistenza di ciascun prelievo è la media delle resistenze a compressione di due o più provini) effettuati nell'intero arco di una giornata di produzione risulti:

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

- per $R_{ck} \geq 40 \text{ N/mm}^2$ $R_m \geq 1,15 R_{ck}$

con valore minimo di ogni singolo prelievo $R_j > R_{ck} - 1 \text{ (N/mm}^2\text{)}$

- il valore della consistenza sia conforme alla classe dichiarata;

- il rapporto a/c determinato secondo le modalità previste nella norma UNI 6393, non superiori di 0.04 quello dichiarato nella qualifica delle miscele in laboratorio;
- il valore della massa volumica del calcestruzzo fresco sia superiore al 97% di quello ottenuto nella qualifica delle miscele in laboratorio.

L'approvazione delle miscele da parte della Direzione Lavori non libera in alcun modo l'Impresa dalle sue responsabilità in base alle norme vigenti. La qualifica delle miscele dovrà essere ripetuta, con le medesime modalità, ogni qualvolta verranno a modificarsi sensibilmente le caratteristiche fisico-chimiche dei costituenti del calcestruzzo o le modalità di confezionamento.

10A.3 – CONFEZIONAMENTO DELLE MISCELE

Gli impianti devono avere una adeguata capacità di stoccaggio dei materiali (cementi, aggregati, aggiunte, additivi) per garantire la continuità della produzione secondo il previsto programma dei lavori.

Materiali di tipo diverso devono essere movimentati e stoccati in modo da evitare miscelazioni, contaminazioni o deterioramento. Non è consentito il mescolamento di cementi diversi per tipo, classe di resistenza o provenienza. Il cemento e le aggiunte dovranno essere adeguatamente protetti dall'umidità atmosferica e dalle impurità. Durante lo stoccaggio degli aggregati occorre evitare che si verifichi una segregazione all'interno di ciascuna frazione granulometrica. Gli additivi devono essere trasportati e conservati in modo da evitare che la loro qualità venga compromessa da fattori chimici o fisici.

Gli impianti di betonaggio saranno del tipo automatico, con dosaggio a peso degli aggregati, del cemento e delle eventuali aggiunte. Acqua, ed additivi possono essere dosati sia a peso che a volume. I dispositivi di dosaggio del cemento, dell'acqua e degli additivi dovranno essere di tipo individuale. Le bilance per la pesatura degli aggregati possono essere di tipo cumulativo (peso delle varie pezzature con successione addizionale).

Dovranno essere predisposte apparecchiature o procedure di controllo tali da consentire, per ogni impasto, il controllo dell'umidità degli aggregati e quindi l'aggiunta della corretta quantità d'acqua.

Il dosaggio effettivo degli aggregati, dell'acqua, del cemento e delle aggiunte dovrà essere realizzato con precisione del 3%, quello degli additivi con precisione del 5%. Le bilance dovranno essere revisionate almeno una volta ogni due mesi, tarate all'inizio del lavoro e successivamente almeno una volta all'anno. La loro precisione dovrà essere pari almeno quella riportata nella prospetto X della Norma UNI 9858.

Gli impasti dovranno essere confezionati in mescolatori meccanici aventi capacità tale da contenere tutti gli ingredienti della pesata senza debordare. Il tempo¹ e la velocità di miscelazione dovranno essere tali da produrre una miscela omogenea. Per quanto non specificato, vale la Norma UNI 7163 - 79.

Se si aggiungono all'impasto additivi in quantità inferiore a 2g/kg di cemento, questi devono essere preventivamente dispersi in una parte dell'acqua di impasto. Quando a causa del breve periodo di attività degli additivi sia necessario aggiungerli in cantiere, il calcestruzzo deve già essere stato miscelato in modo omogeneo prima dell'additivazione. Al termine dell'additivazione il calcestruzzo deve essere rimiscelato fino a che l'additivo risulti completamente disperso nella massa di calcestruzzo ed inizi ad esplicare la sua azione.

10A.4 – TRASPORTO DELLE MISCELE

Il trasporto dei calcestruzzi dall'impianto di betonaggio al luogo di impiego, ed il suo scarico, dovrà essere effettuato con mezzi idonei al fine di evitare la possibilità di

¹ Il tempo di miscelazione decorre da quando tutti i componenti del calcestruzzo sono all'interno del mescolatore in rotazione

segregazione dei singoli componenti e comunque tali da evitare ogni possibilità di deterioramento del calcestruzzo medesimo. Il numero dei mezzi di trasporto utilizzati dovrà essere tale da non provocare arresti della stesa.

Il tempo di trasporto non dovrà superare di regola i 45 minuti. Qualora, in relazione all'ubicazione dell'impianto, tale tempo sia maggiore di 45 minuti, ma non superi le 2 h, il calcestruzzo potrà ancora essere utilizzato per la stesa purchè la consistenza al momento dello scarico sia conforme a quella prevista.

Calcestruzzi per i quali, dal momento del confezionamento al momento dello scarico nel caricatore di alimentazione della macchina a casseforme scorrevoli siano trascorsi più di 2 ore, non potranno essere messi in opera e pertanto dovrà esserne impedito lo scarico. Per l'accertamento del tempo trascorso la Direzione Lavori potrà controllare il documento di trasporto.

Ogni carico di calcestruzzo dovrà essere accompagnato da un documento di trasporto sul quale saranno indicati:

- numero di serie
- denominazione dell'impianto di betonaggio
- la data e le ore di carico, di arrivo in cantiere e di inizio/fine scarico;
- identificazione dell'autobetoniera;
- nome del cliente;
- denominazione ed indirizzo del cantiere;
- quantità (m³) di calcestruzzo fornito;
- denominazione o marchio dell'organismo di certificazione, se previsto;
- la classe di resistenza;
- la classe di esposizione ambientale;
- la classe di consistenza;
- un codice che identifichi la ricetta utilizzata per il confezionamento;
- la dimensione massima dell'aggregato;
- il tipo, la classe e, il contenuto di cemento;
- il dosaggio ed il tipo di eventuali additivi da aggiungere in cantiere.
- il rapporto a/c.

A richiesta, il personale dell'Impresa dovrà esibire detti documenti agli incaricati della Direzione Lavori. L'Impresa dovrà tenere idonea documentazione in base alla quale sia possibile individuare il punto della struttura cui ciascun carico è stato destinato.

10A.5 – POSA IN OPERA DELLE MISCELE

Stesa del calcestruzzo La posa in opera del calcestruzzo potrà avvenire manualmente o a macchina, impiegando casseforme laterali fisse o scorrevoli.

Se al momento della posa in opera l'abbassamento al cono supererà quello prescritto la Direzione Lavori potrà rifiutare la consegna ed ordinare la sospensione della posa in opera.

Posa in opera manuale. La distribuzione del calcestruzzo sul sottofondo precedentemente umidificato sarà effettuata in modo continuo tra 2 giunti trasversali, impiegando tecniche adeguate a prevenirne la segregazione. Lo scarico e la distribuzione del materiale avverrà utilizzando dispositivi approvati dalla Direzione Lavori. Non sarà permesso camminare all'interno del getto con calzature sporche di terreno o altro materiale inquinante. In corrispondenza dei giunti di dilatazione e contrazione il getto sarà effettuato senza alterarne l'assemblaggio; a tale scopo lo scarico, da benna, tramoggia, o altro sistema di trasporto, dovrà avvenire esattamente in corrispondenza dell'asse centrale del giunto.

La compattazione sarà effettuata per mezzo di vibratori inseriti nel calcestruzzo, con particolare attenzione alle zone prossime alle casseforme laterali, al bordo delle lastre realizzate in precedenza ed ai giunti. I vibrator non dovranno venire a contatto con il sottofondo, le casseforme o con le armature predisposte per i giunti. Essi inoltre non dovranno essere lasciati per più di 20 secondi consecutivi in una stessa posizione, o usati per distribuire il calcestruzzo. Nel caso in cui una parte di materiale vada a

terminare sulla superficie di una lastra finita, si dovrà provvedere alla sua immediata rimozione con mezzi approvati dalla Direzione Lavori.

Posa in opera con macchina di stesa. Il calcestruzzo verrà distribuito, regolato, vibrato, compattato e livellato, mediante una macchina di stesa il cui tipo ed i cui equipaggiamenti (in particolare per quanto riguarda i dispositivi di vibrazione e compattazione) saranno sottoposti all'approvazione della Direzione Lavori.

Casseforme Le casseforme laterali per il getto del calcestruzzo saranno di tipo metallico ed avranno un'altezza pari a quella della pavimentazione. Saranno fornite in parti di lunghezza non inferiore a 3m, provviste di appositi dispositivi che ne permettano il perfetto ancoraggio ed evitino qualsiasi movimento relativo delle parti adiacenti. La loro conformazione ed il loro assemblaggio in opera dovrà garantirne l'indefornabilità nel corso delle operazioni di getto, compattazione e finitura della pavimentazione. La predisposizione delle casseforme dovrà avvenire con sufficiente anticipo rispetto alle operazioni di getto per assicurarne la continuità.

Macchina a casseforme scorrevoli La macchina a casseforme scorrevoli dovrà essere in grado di effettuare la posa in opera, la vibrazione e la finitura della pavimentazione come previsto dagli elaborati di progetto. Dovrà essere di peso e potenza tali da costruire una striscia di pavimentazione di larghezza pari a quella di progetto, senza spostamenti o instabilità di qualsiasi tipo.

Preparazione del piano di posa La posa in opera del calcestruzzo sarà eseguita, dopo aver preparato accuratamente il piano di posa, averne verificato le quote e le pendenze e dopo aver posizionato le armature metalliche per una lunghezza sufficiente a garantire la regolarità della stesa. Per la medesima lunghezza, secondo le indicazioni previste nel progetto, dovrà essere predisposto l'eventuale drenaggio longitudinale, con i relativi scarichi trasversali. Immediatamente prima della stesa sarà effettuata una umidificazione del piano di posa, senza portarlo a saturazione, per evitare una rapida perdita di umidità del calcestruzzo. Il piano di posa dovrà essere inoltre protetto in modo da evitare la formazione o la presenza di ghiaccio al momento della posa del calcestruzzo.

Posa in opera dell'armatura metallica Le barre di trasferimento e quelle di cucitura saranno poste in opera in corrispondenza dei giunti, alla quota e con l'interasse prescritti nei disegni di progetto. Saranno adeguatamente fissate e mantenute nel loro allineamento orizzontale e verticale mediante opportuni dispositivi "a perdere" approvati dalla Direzione Lavori.

La massima tolleranza ammessa nell'allineamento, orizzontale e verticale, delle barre di trasferimento, è del 2% (20mm per metro).

Le barre di trasferimento, il cappuccio metallico ed i sostegni che costituiscono l'armatura in corrispondenza dei giunti di dilatazione, dovranno formare un insieme rigido preassemblato, pronto per essere posto in opera. Immediatamente prima della loro posa in opera le barre di trasferimento saranno rivestite di materiale lubrificante per prevenire lo sviluppo di aderenza con il calcestruzzo.

Le barre di cucitura saranno poste in opera nei giunti longitudinali, incollandole con una resina epossidica, all'interno di appositi fori ricavati nel calcestruzzo indurito. Il foro sarà ricavato perpendicolarmente al bordo verticale della lastra, utilizzando preferibilmente una tecnica a sola rotazione. Le barre poste in opera non dovranno interferire con quelle in corrispondenza dei giunti trasversali.

Limitazioni alla stesa del calcestruzzo Le operazioni di stesa del calcestruzzo sono possibili in ogni periodo dell'anno. Quando la temperatura dell'aria è inferiore a + 5°C valgono le disposizioni e prescrizioni della Norma UNI 8981 parte 4a. In ogni caso i getti saranno sospesi quando la temperatura dell'aria, misurata in una zona posta all'ombra, scenderà al di sotto dei 4°C, e non potrà essere ripresa se la temperatura, salendo, non raggiungerà almeno i 2°C. La posa in opera del calcestruzzo dovrà essere sospesa nel caso che la temperatura dell'impasto scenda al di sotto di +10°C.

La neve e il ghiaccio, se presenti, dovranno essere rimossi, dalle armature e dal sottofondo: per evitare il congelamento tale operazione dovrebbe essere eseguita

immediatamente prima del getto. L'operazione di riscaldamento dell'acqua o degli aggregati è permessa, fino ad una temperatura massima di 65°C. Il riscaldamento dovrà essere uniforme e dovranno essere evitati pericolosi surriscaldamenti del materiale.

Durante le operazioni di getto la temperatura dell'impasto non dovrà superare i 35°C. Nel caso in cui la temperatura media giornaliera dell'aria superi i 30°C la superficie finita della pavimentazione dovrà essere mantenuta umida nebulizzando acqua, fino all'applicazione dei prodotti di protezione. In particolare la protezione dall'azione del vento si rende necessaria per tassi di evaporazione² superiori a 1 kg/m² h.

Se, nonostante le misure adottate, si manifesta il fenomeno della fessurazione da ritiro plastico, le operazioni di getto saranno immediatamente arrestate.

Operazioni di finitura La lastra deve essere livellata affinché le sezioni trasversali siano conformi alle prescrizioni di progetto e le quote siano tali che, portate a termine le operazioni di finitura, la superficie della pavimentazione sia all'altezza prevista in progetto. Non è ammessa l'aggiunta di acqua per facilitare le operazioni di finitura.

Le operazioni di finitura devono essere effettuate con un'apposita macchina e dovranno condurre ad una compattazione ottimale della pavimentazione, ed all'ottenimento di una superficie di tessitura uniforme. Deve essere evitata l'eccessiva permanenza della macchina in un punto.

Nel corso del primo passaggio della macchina finitrice una certa quantità di calcestruzzo deve essere sempre presente davanti alla sua guida anteriore. Durante l'operazione di finitura la guida avanzerà nella direzione della stesa con un movimento combinato longitudinale e trasversale. Se sono impiegate casseforme laterali fisse la macchina dovrà poggiare su di esse evitando spostamenti che pregiudichino la qualità della finitura. Se necessario le operazioni saranno ripetute fino ad ottenere una superficie uniforme, avente la pendenza assegnata e senza aree dall'aspetto poroso.

La finitura manuale della pavimentazione non è ammessa se non in caso di rottura dell'apparecchiatura meccanica e solo per il calcestruzzo oramai già posto in opera. La finitura manuale è altresì ammessa, a seguito dell'autorizzazione della Direzione Lavori, in aree in cui l'impiego della finitrice meccanica è particolarmente difficile o impossibile.

Tessitura superficiale La finitura superficiale della pavimentazione dovrà essere tale da garantire i valori di tessitura previsti in progetto.

A tal fine potranno essere impiegate scope, spazzole, tele o tappeti di materiale artificiale in grado di produrre la prevista macrorugosità in maniera uniforme. Eventuali strappi o altre imperfezioni superficiali prodotte in questa fase, saranno immediatamente corretti.

Prova di stesa Le operazioni di stesa potranno essere iniziate solo a seguito della realizzazione di una prova di lavorazione in vera grandezza. Tale prova avrà per obiettivo la verifica del funzionamento delle attrezzature di posa in opera e di tutte le altre tecniche che l'Impresa intenda adottare per il completamento della lastra secondo le prescrizioni degli elaborati di progetto. In caso di esito positivo della prova il tratto realizzato potrà essere integrato nell'infrastruttura, altrimenti verrà demolito.

10A.6 – STAGIONATURA E PROTEZIONE DELLA LASTRA

I metodi di stagionatura e protezione adottati e la loro durata dovranno essere tali da garantire la prescritta resistenza del calcestruzzo e la sua durabilità. La stagionatura protetta inizierà subito dopo il termine delle operazioni di finitura e non dovrà essere interrotta per periodi superiori a mezz'ora. Durante il periodo di stagionatura protetta sarà necessario mantenere le superfici dei getti ad una umidità relativa superiore al

² Per il calcolo del tasso di evaporazione, in funzione dell'umidità relativa, della temperatura e della velocità del vento, si farà riferimento alle Linee Guida sul calcestruzzo strutturale redatte dal Servizio Tecnico Centrale del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti.

95% evitando nel contempo che essi subiscano urti, vibrazioni e sollecitazioni di ogni genere. Per la protezione della pavimentazione potranno essere impiegati prodotti filmogeni che impediscano l'evaporazione dell'acqua dalla superficie della lastra. Potranno altresì essere usati, stuoie o fogli di polietilene.

L'applicazione dei prodotti filmogeni sulla superficie del calcestruzzo sarà eseguita, ricorrendo all'impiego di un'ideale attrezzatura, in condizioni di altezza e di pressione predeterminate durante la stesa di prova. In particolari condizioni climatiche (vento e soleggiamento) l'applicazione del prodotto stagionante potrà essere realizzata con sistemi manuali anche nella zona tra la macchina a casseforme scorrevoli e l'attrezzatura mobile di spruzzaggio del prodotto filmogeno.

Nel caso si adottino stuoie si dovrà provvedere a mantenerle umide. Se durante il periodo di maturazione, fissato in almeno tre giorni, il film protettivo spruzzato sull'intera superficie di calcestruzzo verrà per una qualsiasi ragione danneggiato, l'Impresa dovrà rinnovare a sue spese il trattamento nella zona interessata. Ciò vale soprattutto nelle prime ore di maturazione ed in condizioni ventilate. In ogni caso l'Impresa dovrà tenere disponibili in cantiere mezzi idonei ad assicurare la protezione contro la pioggia di una superficie pari a quella gettata durante due ore di lavoro.

Durante le prime 72 ore di maturazione protetta il calcestruzzo dovrà essere mantenuto ad una temperatura superiore ai 10°C mentre per la prima settimana dal getto sarà necessario evitarne il congelamento. Il conglomerato eventualmente danneggiato dall'azione del gelo sarà rimosso e sostituito a cura e spese dell'Impresa.

10A.7 – ESECUZIONE DEI GIUNTI

I giunti saranno realizzati perpendicolarmente alla superficie della pavimentazione secondo le indicazioni dei disegni di progetto e delle presenti Norme Tecniche. È ammessa una tolleranza di 12 mm sulla loro posizione. La linearità dei giunti dovrà essere immediatamente verificata con un'asta rettilinea lunga 3m: deviazioni superiori a 6mm saranno corrette prima dell'indurimento del calcestruzzo.

Si prevede la formazione di:

- **giunti di costruzione**
- **giunti di contrazione**
- **giunti di dilatazione**

Giunti di costruzione I giunti trasversali di arresto di cantiere verranno eseguiti alla fine di ogni giornata di lavoro e nel caso di una interruzione per tempi superiori a quelli di inizio presa del calcestruzzo. Si dovranno considerare tali, interruzioni di lavoro di durata superiore a 30 minuti. Le interruzioni giornaliere saranno previste in corrispondenza di un giunto di contrazione o dilatazione.

I giunti di costruzione, longitudinali e trasversali, verranno realizzati effettuando il getto contro una cassaforma, liscia o sagomata. Se previsto dal progetto tale cassaforma dovrà consentire il passaggio delle armature di compartecipazione o di legatura.

Giunti di contrazione I giunti di contrazione saranno collocati nelle posizioni ed alla distanza riportate nei disegni di progetto. Essi saranno realizzati formando un'incisione sulla superficie del calcestruzzo ancora plastico o realizzando un taglio nel calcestruzzo indurito.

Quando il giunto è realizzato sul calcestruzzo plastico gli spigoli debbono essere lisciati e finiti con uno strumento adatto.

Se il giunto viene segato tale operazione dovrà essere effettuata dopo che il calcestruzzo abbia raggiunto una resistenza sufficiente ad evitare rotture locali o scheggiature, e prima dell'apertura incontrollata di fessure da ritiro sulla pavimentazione. I giunti segati andranno ripuliti e le eventuali imperfezioni immediatamente rifinite.

Giunti di dilatazione I giunti di dilatazione saranno collocati nelle posizioni ed alla distanza riportate nei

- dilatazione* disegni di progetto, e saranno della tipologia ivi specificata.
Le tavolette di materiale deformabile dovranno avere l'altezza prevista in progetto. La posa in opera delle tavolette dovrà essere preliminarmente al getto e dovrà essere effettuata con tutti gli accorgimenti e la cura necessari perché il giunto risulti rettilineo, regolare e della larghezza stabilita. Durante le operazioni di getto il bordo superiore delle tavolette dovrà essere protetto, formando lo spazio necessario all'inserimento del materiale di sigillatura. Il calcestruzzo che dovesse eventualmente riempire lo spazio del giunto andrà completamente rimosso.
Se previsto in progetto le lastre contigue saranno collegate attraverso i giunti di dilatazione con barre di trasferimento. Si dovranno impiegare i necessari dispositivi per assicurare e mantenere l'esatta posizione delle barre durante il getto, l'ancoraggio di una estremità ad una delle lastre ed il libero scorrimento dell'altra estremità nella lastra contigua, senza possibilità di spostamenti in senso verticale.
- Sigillatura dei giunti* La sigillatura dei giunti dovrà avvenire immediatamente dopo il termine del periodo di stagionatura protetta, e prima dell'apertura al traffico della pavimentazione.
Al momento dell'installazione la temperatura dovrà essere superiore ai 4°C per i prodotti preformati, ed ai 10°C per i prodotti colati. Al momento dell'installazione i giunti devono essere asciutti e perfettamente puliti (devono essere rimossi tutti i residui dei prodotti di protezione, ad esempio tramite sabbiatura, e quindi il giunto va pulito con aria compressa). Prima dell'installazione del materiale di sigillo i giunti dovranno essere ispezionati dalla Direzione Lavori che ne verificherà la larghezza, l'altezza, la linearità e la pulizia.

10A.8 – AUTORIZZAZIONE PER LA TRANSITABILITÀ DELLA LASTRA

Sulla lastra in calcestruzzo non potrà circolare alcun veicolo prima che siano trascorse almeno 72 ore dall'esecuzione dei getti salvo diversa indicazione del progetto con verifica delle resistenze raggiunte dal calcestruzzo al momento dell'apertura. Tale verifica sarà effettuata su provini confezionati con calcestruzzo prelevato al momento della stesa e maturati all'aperto in condizioni analoghe a quelle della lastra.
L'Impresa dovrà predisporre gli opportuni accorgimenti per evitare che autoveicoli di qualsiasi tipo possano anche accidentalmente transitare sulla lastra prima del termine sopraindicato e comunque dovrà provvedere alla riparazione dei danni arrecati da veicoli che non abbiano rispettato i segnali di divieto.
L'apertura al traffico non potrà avvenire prima che le prove di controllo sulla pavimentazione finita abbiano dimostrato il raggiungimento delle resistenze previste in progetto.

10A.9 – CONTROLLI

Il controllo della qualità dei materiali impiegati per la costruzione della pavimentazione in calcestruzzo e della loro posa in opera, deve essere effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali costituenti, sulla miscela, sia allo stato fresco che indurito, sulle carote estratte dalla pavimentazione e con prove in situ.
L'ubicazione dei prelievi, e la frequenza delle prove, sono indicati nella **Tabella 10A.4**.

- Qualità dei materiali* Prima dell'impiego l'Impresa dovrà presentare alla Direzione Lavori i certificati attestanti le caratteristiche di tutti i materiali impiegati.
Ogni prelievo dei materiali impiegati (acqua, cemento, aggregati, aggiunte, additivi) deve essere costituito da due campioni; un campione viene utilizzato per i controlli presso un Laboratorio riconosciuto dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, l'altro resta a disposizione per eventuali accertamenti e/o verifiche tecniche successive.
Le prove di qualificazione degli aggregati per l'accertamento dei requisiti richiesti nel paragrafo 10A.1 delle presenti Norme Tecniche, vanno ripetute ogni qualvolta varierà la

loro origine ed in ogni caso con una frequenza non inferiore a 6 mesi. Nel corso della lavorazione va controllata la distribuzione granulometrica di tutte le pezzature di aggregati lapidei utilizzate. Nella curva granulometrica di ciascuna pezzatura sono ammesse differenze delle singole percentuali di passante di:

- ± 5 per l'aggregato grosso;
- ± 3 per l'aggregato fino;

rispetto ai valori considerati nella fase di qualifica delle miscele (paragrafo 10-A.2). Differenze superiori comportano l'arresto dei lavori e lo studio di una nuova composizione per la miscela degli aggregati.

Controlli sul calcestruzzo fresco I controlli sono effettuati sul calcestruzzo prelevato all'atto della messa in opera (UNI 6126). Il prelievo delle miscele allo stato fresco sarà effettuato, su incarico della Direzione Lavori, da un Laboratorio riconosciuto dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti che provvederà all'esecuzione delle prove nei tempi e nei modi previsti dalle norme tecniche adottate.

Fatte salve le tolleranze specificate nel seguito, le caratteristiche delle miscele allo stato fresco dovranno essere conformi alle specifiche di progetto ed ai valori di riferimento fissati nelle fase di qualifica. In caso di non conformità la Direzione Lavori potrà ordinare l'arresto del cantiere e la riqualifica delle miscele all'impianto di produzione (paragrafo 10A.2).

La verifica della composizione del calcestruzzo è effettuata controllando la distribuzione granulometrica dell'aggregato, il contenuto di cemento ed il rapporto a/c secondo la modalità previste nella Norma UNI 6393. Nella curva granulometrica dell'aggregato combinato sono ammesse differenze delle singole percentuali di passante di:

- ± 5 per l'aggregato grosso;
- ± 3 per l'aggregato fino;

rispetto alla curva di progetto. Per il contenuto di cemento è ammessa una tolleranza del 3% mentre per il rapporto acqua cemento lo scarto massimo ammesso rispetto al valore indicato nella fase di qualifica è di 0.04.

Se è prescritto l'impiego di additivo aerante, sarà determinata la percentuale di aria inclusa, secondo le modalità previste nella Norma UNI 6395.

Dovrà inoltre essere effettuato il controllo della consistenza del calcestruzzo fresco.

Controlli sul calcestruzzo indurito Sono previste, in aggiunta alle prove di resistenza a compressione relative al controllo di accettazione (D.M. 9/1/96), prove di resistenza a flessione (UNI 6133) su provini confezionati prelevando il calcestruzzo fresco all'atto della posa in opera (UNI 6126) e prove di resistenza a compressione su carote estratte dalla pavimentazione. Tutte le prove di resistenza meccanica saranno effettuate presso un Laboratorio riconosciuto dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti.

Il numero dei prelievi da effettuare per il controllo di accettazione della resistenza caratteristica è specificato in progetto, nel rispetto del citato D.M. 9/1/96. Andrà inoltre effettuato almeno un prelievo di campioni cubici per la determinazione della resistenza a compressione contemporaneamente ad ogni prelievo di campioni prismatici per la determinazione della resistenza a flessione.

Saranno effettuati 3 prelievi per la misura della resistenza a flessione; le dimensioni dei provini saranno quelle specificate nella Norma UNI 6130. I prelievi, ciascuno di 2 provini, saranno rappresentativi dell'intera giornata di lavoro.

La Direzione Lavori preciserà di volta in volta, in funzione del metodo di stesa e compattazione adottato, e delle condizioni ambientali in cui si effettuano i getti:

- il metodo di compattazione dei provini;
- le loro condizioni di maturazione;

ed ogni altro elemento che, secondo le citate norme UNI, debba venire scelto al momento delle prove.

Dopo 3 giorni di maturazione sarà effettuata la prova di flessione, sui provini ottenuti dal primo prelievo. I risultati ottenuti, in relazione ai dati forniti nella relazione di qualifica delle miscele, serviranno a verificare l'efficacia dei sistemi di stagionatura e protezione

adottati. In tal senso la Direzione Lavori potrà ordinare il prolungamento della stagionatura protetta.

Dopo 28 giorni di maturazione sarà effettuata la prova di flessione sui provini ottenuti dal secondo e dal terzo prelievo. Sarà quindi calcolato il rapporto (k_f) tra il valore medio della resistenza a flessione (MR) ed il valore medio della resistenza a compressione (R_c) dei provini cubici prelevati contemporaneamente ($MR = k_f R_c$).

Se previste in progetto verranno eseguite prove di resistenza al gelo su campioni di calcestruzzo indurito. I provini non dovranno presentare alcun degrado quando sottoposti alla prova eseguita con le modalità di cui alla norma UNI 7087.

Il controllo della qualità del calcestruzzo in opera sarà eseguito sulla lastra finita, a prescindere dall'esito dei controlli di accettazione, e delle altre prove effettuate sul calcestruzzo durante messa in opera. Verrà determinata la resistenza a flessione del calcestruzzo in sito in base al rapporto tra resistenza a flessione e resistenza cubica a compressione ottenuto sui campioni confezionati al momento del getto.

Per l'esecuzione dei controlli è previsto il prelievo di carote dalla pavimentazione finita e la loro rottura a 28 giorni dal getto.

Il prelievo dei campioni, da eseguire in contraddittorio, e la loro conservazione, dovrà avvenire secondo quanto previsto dalla Norma UNI 6131 e sarà effettuato da Laboratori riconosciuti dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti. Ogni prelievo sarà costituito da 3 carote. Il diametro delle carote dovrà essere superiore a 100mm (preferibilmente 150mm) e comunque maggiore di 4 volte la dimensione massima effettiva dell'aggregato impiegato, bisognerà inoltre porre la massima cura nell'evitare la presenza di porzioni di barre di armatura.

La preparazione dei provini (taglio, rettifica, cappaggio) e la loro rottura è eseguita secondo la Norma UNI 6132. La loro altezza dovrà essere compresa tra 1 e 2 volte il diametro della carota (preferibilmente 1.2 volte). Per passare dalla resistenza a compressione misurata sui campioni cilindrici (R_{cil}), alla resistenza cubica a compressione (R_{cc}) del calcestruzzo in opera, si utilizzerà la seguente relazione:

$$R_{cc} = \alpha_1 \alpha_2 \alpha_3 R_{cil}$$

$$\alpha_1 = \frac{D}{1.5 + \frac{\Phi}{h}}$$

$D = 2.5$ per carote prelevate orizzontalmente
 $D = 2.3$ per carote prelevate verticalmente

$$\alpha_2 = 1.0 + 1.5 \left(\frac{\Phi_r d}{\Phi_l} \right)$$

(solo in caso di presenza, all'interno della carota, di barre di armatura ortogonali all'asse della carota stessa)

$$\alpha_3 = 1.20$$

(per tenere conto del disturbo arrecato dal prelievo)

Φ : diametro della carota Φ_r : diametro della barra
 h : altezza della carota l : lunghezza del campione prima del cappaggio
 d : distanza dell'asse della barra dall'estremità più vicina della carota

Nel caso in cui siano presenti più barre di armatura, andrà considerata nel calcolo solamente quella che dà il valore più elevato del prodotto ($\Phi_r d$).

Dalla resistenza cubica del calcestruzzo in opera si passerà quindi alla resistenza a flessione in base al valore k_f determinato dalle prove effettuate sui prelievi al momento della posa in opera. Qualora la resistenza a flessione così determinata sia inferiore a quanto previsto negli elaborati di progetto, sui tratti relativi ai prelievi non conformi verrà applicata una penale pari all'80% dell'importo della lastra.

Capacità portante Sulla pavimentazione finita, il controllo della capacità portante si esegue mediante indagine sul bacino di deflessione o con la stima delle caratteristiche meccaniche dei diversi strati costituenti la sovrastruttura.

La capacità portante della pavimentazione può essere determinata con prove dinamiche tipo FWD, o con sistemi analoghi. Per l'accettazione della sovrastruttura deve verificarsi che i valori di deflessione misurati devono essere uguali o minori di quelli ammessi nel calcolo di progetto in relazione alla vita utile prevista per la pavimentazione.

La media dei risultati sui tronchi omogenei (di lunghezza massima di 1 Km) deve essere confrontata con il valore previsto in progetto. Per risultati superiori fino al 10% alla pavimentazione (tutti gli strati) viene applicata una detrazione del 10% del prezzo; per risultati superiori compresi tra il 10% e il 15% viene applicata una penale del 20% per tutto il tratto omogeneo. Per misure di deflessione superiori al 20% del valore ammissibile di progetto, la pavimentazione deve essere demolita e rifatta a spese dell'Impresa. Se lo strato risulta già sanzionato per carenze dovute agli strati inferiori la detrazione verrà applicata solo per l'eventuale differenza, estesa agli strati sovrastanti.

Spessore Lo spessore della pavimentazione viene determinato, per ogni tratto omogeneo di stesa, facendo la media delle misure (quattro per ogni carota) rilevate dalle carote estratte dalla pavimentazione, scartando i valori con spessore in eccesso, rispetto a quello di progetto, di oltre il 5%.

Sarà possibile in alternativa misurare lo spessore con apparecchiature automatiche i cui rilevamenti siano stati precedentemente tarati utilizzando le carote estratte.

Per spessori medi inferiori a quelli di progetto viene applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione del 2,5% del prezzo di elenco, per ogni mm di materiale mancante. Per carenze superiori al 20% dello spessore di progetto la pavimentazione sarà demolita e ricostruita a spese dell'Impresa.

Regolarità Il controllo della regolarità riguarderà sia il profilo trasversale che quello longitudinale. La superficie della pavimentazione sarà controllata in ogni direzione, per mezzo di un regolo rigido di 4 m di lunghezza, entro 24 ore dalla stesa del calcestruzzo.

In caso di irregolarità comprese tra i 6 ed i 13 mm è richiesta la loro eliminazione mediante molatura, se superano i 13 mm la pavimentazione, per il tratto interessato dall'irregolarità sarà demolita e ricostruita a spese dell'Impresa.

Il controllo della regolarità del profilo longitudinale sarà effettuato mediante la rilevazione del profilo longitudinale della pavimentazione, secondo la norma ASTM E950 ed il successivo calcolo dell'indice IRI. Le apparecchiature utilizzate dovranno essere di classe 1 e dovranno effettuare il rilievo con un intervallo di campionamento inferiore a 30 cm.

Le misure del profilo longitudinale interesseranno almeno una corsia e dovranno essere eseguite in un periodo di compreso tra 3° ed il 90° giorno dall'apertura al traffico. L'indice IRI è calcolato impiegando l'algoritmo riportato dalla Norma ASTM E1926.

Per i tratti rilevati dovranno essere costruiti dei profili di regolarità (riportando i valori di IRI in funzione della posizione) utilizzando una base di riferimento della lunghezza di 20m. In questi profili il valore dell'IRI non dovrà essere superiore a 1.5 m/km.

Per i tratti in cui il valore dell'IRI sia compreso tra 1.5 e 2 m/km verrà applicata una penale del 20% sulla lunghezza del tratto. Nel caso in cui il valore superi i 2 m/km verrà applicata una penale del 50%.

Aderenza Il Coefficiente di Aderenza Trasversale (CAT) della pavimentazione misurato con l'apparecchiatura SCRIM (CNR 147/92) deve risultare superiore o uguale a 0.60. In alternativa si può determinare la resistenza di attrito radente con lo Skid Tester (CNR 105/85) che deve fornire valori di BPN (British Pendulum Number) maggiori o uguali a 60.

L'altezza di sabbia (HS), determinata secondo la metodologia CNR 94/83, o mediante apparecchiature a rilievo continuo⁵, deve essere superiore o uguale a 0.4 mm. Le misure di macrorugosità eseguite con altri metodi andranno riferite ad HS con opportune correlazioni.

⁵ Mini texture meter (WDM - TRRL), SUMMS, ecc.

Le misure di CAT e HS devono essere effettuate in un periodo di tempo compreso tra il 15° ed il 90° giorno dall'apertura al traffico, per ogni corsia, con un "passo di misura" di 10 m. I valori misurati possono, eventualmente, essere mediati ogni 50 m per tenere conto di disomogeneità occasionali e localizzate.

Qualora il valore medio di CAT o HS, per ciascuna tratta omogenea (tratti di pavimentazione nei quali ricadono almeno 4 valori dell'indicatore distribuiti statisticamente secondo una distribuzione "normale") o per ciascuna tratta da 50 m (misure di HS con "mini texture meter"), sia inferiore ai valori prescritti, la lastra in calcestruzzo verrà penalizzata del 5% del suo costo.

Nei casi in cui il valore medio di CAT o di HS sia inferiore o uguale rispettivamente a 0.40 e 0.25 mm si deve procedere all'asportazione completa con fresa dello strato e alla stesa di un nuovo strato. In alternativa si può procedere all'effettuazione di trattamenti di irruvidimento per portare il valore deficitario al disopra della soglia di accettabilità. Se comunque al termine di tali operazioni, pur avendo superato il limite di accettabilità, non si raggiungessero i valori prescritti verrà applicata la detrazione del 10% del prezzo della lastra.

Tabella 10A.4

| PAVIMENTAZIONE IN CALCESTRUZZO NON ARMATA | | | |
|--|-------------------|--|---|
| Controllo dei materiali e verifica prestazionale | | | |
| TIPO DI CAMPIONE | UBICAZIONE MISURA | FREQUENZA PROVE | REQUISITI RICHIESTI |
| Aggregato | Impianto | Iniziale quindi ogni 12 mesi | Riferimento Par. 10-A.1 |
| Acqua | Impianto | Iniziale | Riferimento Par. 10-A.1 |
| Cemento | Impianto | Iniziale | Riferimento Par. 10-A.1 |
| Additivi | Impianto | Iniziale | Riferimento Par. 10-A.1 |
| Aggiunte | Impianto | Iniziale | Riferimento Par. 10-A.1 |
| Aggregato | Impianto | Settimanale oppure ogni 5000 m ² di stesa | Granulometria |
| Calcestruzzo fresco | Cantiere | Giornaliera | Composizione Contenuto d'aria Consistenza |
| Calcestruzzo Indurito | Cantiere | Giornaliera | Resistenze meccaniche di progetto |
| Carote per resistenze | Pavimentazione | Giornaliera oppure ogni 1000 m ² di stesa | Resistenze meccaniche di progetto |
| Carote per spessori | Pavimentazione | Giornaliera oppure ogni 1000 m ² di stesa | Spessori di progetto |
| Pavimentazione | Pavimentazione | Ogni 100 m di stesa | Bacino di deflessione uguale o minore di quello ammesso in progetto |
| Pavimentazione | Pavimentazione | Tutta la pavimentazione | Irregolarità < 6mm |
| Pavimentazione | Pavimentazione | Misura in continuo con base di misura di 20m | IRI < 3 m/km |
| Pavimentazione | Pavimentazione | Ogni 10 m di fascia di stesa | CAT ≥ 0,60 (media su 50m) BPN ≥ 60 (ogni 50 m) |
| Pavimentazione | Pavimentazione | Ogni 10 m di fascia di stesa | HS ≥ 0,4 mm (media su 50 m) |