

CASSA DI ESPANSIONE DEL TORRENTE BAGANZA NEI COMUNI DI FELINO, SALA BAGANZA, COLLECCHIO E PARMA (PR-E-1047)

PROGETTO DEFINITIVO

| | | | | | |
|--------|---------|---|---------|--------|---------|
| B | 02/2018 | Emissione a seguito dei rilievi del servizio di verifica (art. 26 D.Lgs. 50/2016) | NP | MF | DC |
| A | 10/2016 | Prima emissione | MF | MF | DC |
| INDICE | DATA | MODIFICHE | DISEGN. | CONTR. | APPROV. |

ASPETTI TECNICO - ECONOMICI DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI TECNICI

IL RAGGRUPPAMENTO TEMPORANEO DI PROFESSIONISTI:

MANDATARIA
PROGETTAZIONE GENERALE ED IDRAULICA

MAJONE&PARTNERS
ENGINEERING

Prof. Ing. Ugo Majone
Dott. Ing. Denis Cerlini
Dott. Ing. Marco Belicchi
Dott. Ing. Nicola Pessarelli
Dott. Ing. Michele Ferrari
Dott. Ing. Gaetano Di Franca

MANDANTE
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

AMBITER S.r.l.
società di ingegneria ambientale

Dott. Geol. Giorgio Neri
Dott. Amb. Gabriele Virgili
Dott. Amb. Alessio Ravera
Dott. Amb. Ecol. Adelia Sabatino
Dott. Nat. Silvia Del Fiore
Dott. Arch. Daniela Pisciotto
Dott. Leg. Rossana Valentini

MANDANTE
ASPETTI GEOLOGICI ED IDROGEOLOGICI

EG
ENGINEERING GEOLOGY

Prof. Geol. Giovanni Paolo Beretta
Dott. Geol. Maurizio Nespoli
Dott. Geol. Monica Avanzini
Dott. Geol. Anna Cantoni
Dott. Marta Maiocchi

MANDANTE
ANALISI DELL'ASTA FLUVIALE

Studio Prof. Ing.
Alberto Bizzarri

Prof. Ing. Alberto Bizzarri

MANDANTE
ASPETTI STRUTTURALI

Ing. Claudio Marcello S.r.l.
Dott. Ing. Carlo Claudio Marcello

MANDANTE
ASPETTI GEOTECNICI

colleselli & p.
INGEGNERIA GEOTECNICA
Prof. Ing. Francesco Colleselli

PER IL R.T.P.:

Dott. Ing. Denis Cerlini

(documento firmato digitalmente)

IL R.U.P.:

Dott. Ing. Mirella Vergnani

(documento firmato digitalmente)

CONSULENTI:

MODELLAZIONE FISICA E NUMERICA

DICATeA - Università degli studi di Parma
(Prof. Ing. Paolo Mignosa)

ASPETTI ARCHEOLOGICI

AR/S Archeosistemi società Cooperativa
(Archeologa Lorenza Bronzoni)

CODICE ELABORATO:

B A G 2 0 9 T E C R R E 0 1 B

ID (1)

CAP. (2)

TIPO (3)

DOC. (4)

PROGR. (5-6) REV. (7)

SCALA

OTTOBRE
2016

IL RESPONSABILE DELL'ATTIVITÀ SPECIALISTICA:

Dott. Ing. Michele Ferrari

(documento firmato digitalmente)

INDICE

| | |
|---|-----------|
| INDICE..... | 1 |
| 1. PREMESSA..... | 9 |
| 2. NORME GENERALI PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI | 11 |
| 2.1 GENERALITÀ | 11 |
| 2.2 ORDINE DA TENERSI NELL'AVANZAMENTO LAVORI | 11 |
| 2.3 LAVORI ESEGUITI AD INIZIATIVA DELL'IMPRESA..... | 11 |
| 2.4 PREPARAZIONE DELL'AREA DI CANTIERE E DEI LAVORI | 12 |
| 2.5 TRACCIAMENTI..... | 12 |
| 3. CARATTERISTICHE DEI VARI MATERIALI..... | 13 |
| 3.1 GENERALITÀ | 13 |
| 3.2 ACQUA..... | 13 |
| 3.3 LEGANTI IDRAULICI..... | 13 |
| 3.4 GHIAIA, GHIAIETTO, PIETRISCHI, SABBIA PER OPERE MURARIE | 21 |
| 3.5 MATERIALI FERROSI E METALLI VARI | 21 |
| 3.6 LEGNAME | 22 |
| 3.7 GEOTESSILI IN TESSUTO NON TESSUTO | 22 |
| 4. PREPARAZIONE AREE DI LAVORO | 24 |
| 4.1 GENERALITÀ | 24 |
| 4.2 DECESPUGLIAMENTO DI SCARPATE FLUVIALI | 24 |
| 4.3 SFALCIO E DECESPUGLIAMENTO DI RILEVATI ARGINALI | 24 |
| 4.4 PALANCOLE METALLICHE PROVVISORIALI | 25 |
| 4.5 BONIFICA DA ORDIGNI BELLCI INESPLOSI (BOB) | 25 |
| 5. SCAVI E DEMOLIZIONI | 27 |
| 5.1 GENERALITÀ | 27 |
| 5.2 PROGRAMMA DI SCAVO | 27 |
| 5.3 VARIAZIONI DELLE LINEE DI SCAVO..... | 28 |
| 5.4 CLASSIFICAZIONI DEGLI SCAVI | 28 |
| 5.5 TIPI DI SCAVI..... | 28 |
| 5.6 MATERIALE SCAVATO E DISCARICHE..... | 30 |
| 5.7 SMOTTAMENTI..... | 30 |
| 5.8 ARMATURE DI SOSTEGNO DEGLI SCAVI E STRUTTURE ESISTENTI..... | 30 |

| | | |
|-----------|--|-----------|
| 5.9 | ABBASSAMENTO DELLA FALDA CON SISTEMA TIPO WELLPOINTS | 31 |
| 5.10 | INTERFERENZE CON ALTRI SERVIZI..... | 32 |
| 5.11 | DEMOLIZIONI..... | 33 |
| 6. | REINTERRI E RILEVATI..... | 35 |
| 6.1 | GENERALITÀ | 35 |
| 6.2 | OPERAZIONI DI BONIFICA | 36 |
| 6.3 | FORMAZIONE DEI RILEVATI ARGINALI | 37 |
| 6.3.1 | <i>Generalità</i> | 37 |
| 6.3.2 | <i>Caratteristiche dei materiali</i> | 37 |
| 6.3.3 | <i>Modalità esecutive</i> | 37 |
| 6.3.4 | <i>Prove di accettazione e controllo</i> | 38 |
| 6.3.5 | <i>Fuso granulometrico ammissibile in relazione alla miscelazione dei materiali di scavo</i> | 38 |
| 6.4 | REINTERRI..... | 40 |
| 7. | PAVIMENTAZIONI STRADALI | 42 |
| 7.1 | GENERALITÀ | 42 |
| 7.2 | FONDAZIONI IN MISTO GRANULARE | 42 |
| 7.2.1 | <i>Generalità</i> | 42 |
| 7.2.2 | <i>Caratteristiche dei materiali</i> | 43 |
| 7.2.3 | <i>Modalità esecutive</i> | 44 |
| 7.2.4 | <i>Prove di accettazione e controllo</i> | 44 |
| 7.3 | STRATI DI BASE..... | 45 |
| 7.3.1 | <i>Generalità</i> | 45 |
| 7.3.2 | <i>Caratteristiche dei materiali</i> | 45 |
| 7.3.3 | <i>Modalità esecutive</i> | 47 |
| 7.3.4 | <i>Prove di accettazione e controllo</i> | 49 |
| 7.4 | STRATI DI COLLEGAMENTO E DI USURA | 50 |
| 7.4.1 | <i>Generalità</i> | 50 |
| 7.4.2 | <i>Caratteristiche dei materiali</i> | 50 |
| 7.4.3 | <i>Modalità esecutive</i> | 54 |
| 7.4.4 | <i>Prove di accettazione e controllo</i> | 54 |
| 8. | OPERE DI PROTEZIONE SPONDALE | 55 |
| 8.1 | DIFESE IN MASSI NATURALI O ARTIFICIALI | 55 |
| 8.1.1 | <i>Generalità</i> | 55 |
| 8.1.2 | <i>Caratteristiche dei materiali</i> | 55 |

| | | |
|------------|--|-----------|
| 8.1.3 | Modalità esecutive | 56 |
| 8.1.4 | Prove di accettazione e controllo..... | 57 |
| 8.2 | PROTEZIONI IN GABBIONI E MATERASSI METALLICI | 57 |
| 8.2.1 | Generalità | 57 |
| 8.2.2 | Caratteristiche dei materiali | 58 |
| 8.2.3 | Modalità esecutive | 59 |
| 8.2.4 | Prove di accettazione e controllo..... | 60 |
| 9. | OPERE A VERDE | 62 |
| 9.1 | GENERALITÀ | 62 |
| 9.2 | GARANZIA D'ATTECCIMENTO | 62 |
| 9.3 | PREPARAZIONE DEL TERRENO E SEMINA DEGLI ARGINI | 62 |
| 9.3.1 | Caratteristiche del terreno vegetale | 62 |
| 9.3.2 | Modalità esecutive | 62 |
| 9.3.3 | Caratteristiche delle sementi | 64 |
| 9.3.4 | Modalità esecutive della semina | 65 |
| 9.3.5 | Prove di accettazione e controllo..... | 69 |
| 9.4 | REALIZZAZIONE OPERE A VERDE IN AREE PIANE E RIQUALIFICAZIONE AMBIENTALE..... | 69 |
| 9.4.1 | Preparazione del letto di semina e delle aree da piantumare | 69 |
| 9.4.2 | Concimazione di fondo e localizzata..... | 70 |
| 9.4.3 | Caratteristiche del materiale vegetale | 70 |
| 9.4.4 | Periodo di semina e messa a dimora | 71 |
| 9.4.5 | Tracciamento e picchettamento..... | 72 |
| 9.4.6 | Apertura buche | 72 |
| 9.4.7 | Messa a dimora delle piante | 73 |
| 9.4.8 | Pali tutori | 74 |
| 9.4.9 | Protezioni per i danni da animali | 74 |
| 9.4.10 | Biodischi o pacciamatura | 74 |
| 9.4.11 | Pulizia delle aree di intervento. | 75 |
| 9.4.12 | Collaudo..... | 75 |
| 10. | CONDOTTE E TUBAZIONI | 76 |
| 10.1 | CONDOTTE PER IL CONVOGLIAMENTO DI ACQUA POTABILE | 76 |
| 10.2 | CONDOTTE PER L'ALLONTANAMENTO DI ACQUE REFLUE | 76 |
| 10.3 | CONDOTTE IN PVC PER LA REALIZZAZIONE DELL'AEROFORO | 76 |
| 10.3.1 | Generalità | 76 |

| | | |
|------------|---|-----------|
| 10.3.2 | <i>Caratteristiche tecniche</i> | 77 |
| 10.4 | TUBAZIONI PER DRENAGGI..... | 77 |
| 11. | OPERE IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO | 79 |
| 11.1 | GENERALITÀ | 79 |
| 11.2 | CALCESTRUZZO | 79 |
| 11.2.1 | <i>Caratteristiche dei materiali</i> | 79 |
| 11.2.1.1. | Inerti | 79 |
| 11.2.1.2. | Cemento | 81 |
| 11.2.1.3. | Acqua..... | 81 |
| 11.2.1.4. | Materiali per giunti..... | 81 |
| 11.2.1.5. | Additivi | 83 |
| 11.2.2 | <i>Classificazione dei calcestruzzi</i> | 86 |
| 11.2.3 | <i>Modalità esecutive</i> | 88 |
| 11.2.3.1. | Impianto di betonaggio | 88 |
| 11.2.3.2. | Confezionamento del calcestruzzo..... | 89 |
| 11.2.3.3. | Trasporto del calcestruzzo..... | 89 |
| 11.2.3.4. | Getto del calcestruzzo | 90 |
| 11.2.3.5. | Temperatura di getto | 90 |
| 11.2.3.6. | Esecuzione del getto..... | 91 |
| 11.2.3.7. | Vibratura dei getti | 91 |
| 11.2.3.8. | Giunti di costruzione nei getti | 92 |
| 11.2.3.9. | Giunti di dilatazione..... | 92 |
| 11.2.3.10. | Inghisaggi..... | 92 |
| 11.2.3.11. | Protezione del getto | 93 |
| 11.2.3.12. | Finitura delle superfici del calcestruzzo..... | 93 |
| 11.3 | CASSEFORME..... | 94 |
| 11.3.1 | <i>Caratteristiche dei materiali</i> | 94 |
| 11.3.2 | <i>Casseforme “a perdere” in acciaio inox</i> | 95 |
| 11.3.3 | <i>Modalità esecutive</i> | 96 |
| 11.4 | ACCIAIO D’ARMATURA..... | 96 |
| 11.4.1 | <i>Caratteristiche dei materiali</i> | 96 |
| 11.4.2 | <i>Modalità esecutive</i> | 96 |
| 11.5 | CALCESTRUZZI FIBRORINFORZATI (FRC) | 97 |
| 11.5.1 | <i>Generalità</i> | 97 |
| 11.5.2 | <i>Caratteristiche del calcestruzzo</i> | 97 |
| 11.5.3 | <i>Caratteristiche delle fibre</i> | 97 |
| 11.5.4 | <i>Dosaggi delle fibre</i> | 99 |

| | | |
|------------|--|------------|
| 11.5.5 | Aggiunte | 99 |
| 11.5.6 | Modalità esecutive del calcestruzzo fibro-rinforzato | 100 |
| 11.5.7 | Prove di accettazione e controllo..... | 100 |
| 11.6 | RIFERIMENTI LEGISLATIVI E NORMATIVI SULLE OPERE IN CALCESTRUZZO | 100 |
| 11.6.1 | Prescrizioni per il calcestruzzo | 101 |
| 11.6.2 | Prescrizioni e metodologie di prova delle materie prime | 101 |
| 11.6.2.1. | Cementi | 101 |
| 11.6.2.2. | Acqua, aggregati e additivi | 102 |
| 11.6.3 | Metodologie di prova per calcestruzzi..... | 102 |
| 11.6.3.1. | Calcestruzzo fresco | 102 |
| 12. | OPERE PREFABBRICATE | 103 |
| 12.1 | IMPALCATI DA PONTE | 103 |
| 12.1.1 | Requisiti delle travi in c.a.p..... | 103 |
| 12.1.2 | Posa in opera | 104 |
| 12.1.3 | Coppelle prefabbricate e tralicciate..... | 104 |
| 12.1.4 | Impermeabilizzazione degli impalcati | 105 |
| 12.1.4.1. | Generalità | 105 |
| 12.1.4.2. | Posa in opera | 108 |
| 12.1.4.3. | Prove sulle guaine impermeabili | 108 |
| 12.1.5 | Appoggi | 110 |
| 12.1.6 | Tolleranze | 111 |
| 12.1.7 | Giunti dei ponti | 111 |
| 12.2 | TUBAZIONI A SEZIONE RETTANGOLARE IN C.A.P..... | 113 |
| 12.2.1 | Generalità | 113 |
| 12.2.2 | Prodotti prefabbricati non soggetti a marcatura ce..... | 114 |
| 12.2.3 | Elementi prefabbricati in calcestruzzo armato a sezione rettangolare modulare..... | 114 |
| 12.2.4 | Normative di riferimento | 116 |
| 12.2.5 | Responsabilità e competenze | 117 |
| 12.2.6 | Posa in opera | 118 |
| 12.2.7 | Tolleranze | 118 |
| 12.2.8 | Controllo e accettazione | 118 |
| 13. | FONDAZIONI SPECIALI | 120 |
| 13.1 | MICROPALI | 120 |
| 13.1.1 | Generalità..... | 120 |
| 13.1.2 | Tolleranze geometriche | 120 |

| | | |
|-----------|--|------------|
| 13.1.3 | Modalità esecutive | 120 |
| 13.1.4 | Formazione del fusto del micropalo | 121 |
| 13.1.5 | Micropali a bassa pressione | 122 |
| 13.1.6 | Micropali con iniezione ad alta pressione | 122 |
| 13.1.7 | Armature metalliche..... | 123 |
| 13.1.8 | Miscela d'iniezione | 123 |
| 13.1.9 | Controlli e documentazione dei lavori | 124 |
| 13.2 | TRATTAMENTI COLONNARI DI TERRA STABILIZZATA JET-GROUTING | 124 |
| 13.2.1 | Generalità..... | 124 |
| 13.2.2 | Tolleranze | 126 |
| 13.2.3 | Sistema di gettiniezione normale o monofluido | 126 |
| 13.2.4 | Sistema di gettiniezione bifluido..... | 127 |
| 13.2.5 | Sistema di gettiniezione trifluido | 128 |
| 13.2.6 | Armatura dei trattamenti colonnari..... | 129 |
| 13.2.7 | Documentazione lavori..... | 129 |
| 13.2.8 | Controlli | 129 |
| 13.3 | PALI TRIVELLATI..... | 130 |
| 13.3.1 | Tolleranze geometriche | 130 |
| 13.3.2 | Preparazione del piano di lavoro e generalità..... | 131 |
| 13.3.3 | Esecuzione del getto | 133 |
| 13.3.4 | Armatura | 133 |
| 13.3.5 | Documentazione dei lavori | 133 |
| 13.3.6 | Controlli | 134 |
| 14. | TIRANTI MULTITREFOLO PERMANENTI IN ACCIAIO ARMONICO AD ALTA RESISTENZA..... | 137 |
| 14.1 | GENERALITÀ | 137 |
| 14.2 | CARATTERISTICHE GEOMETRICHE PRINCIPALI | 138 |
| 14.3 | PROVE PRELIMINARI | 138 |
| 14.4 | TOLLERANZE | 139 |
| 14.5 | CARATTERISTICHE DEI MATERIALI | 139 |
| 14.5.1 | Trefoli in acciaio armonico (tipo c.a.p.) | 139 |
| 14.5.2 | Apparecchi di testata..... | 140 |
| 14.5.2.1. | Dispositivi di bloccaggio..... | 140 |
| 14.5.2.2. | Piastre di ripartizione | 140 |
| 14.5.3 | Miscele di iniezione e loro componenti..... | 140 |
| 14.5.3.1. | Impianti di preparazione | 140 |

| | | |
|------------|--|------------|
| 14.5.3.2. | Controlli e documentazione | 141 |
| 14.5.4 | <i>Dispositivi di protezione</i> | 141 |
| 14.5.4.1. | Guaine in materiali plastici | 141 |
| 14.5.4.2. | Centratori e distanziatori..... | 141 |
| 14.5.4.3. | Dispositivi per l'iniezione | 142 |
| 14.6 | MODALITÀ ESECUTIVE | 142 |
| 14.6.1 | <i>Perforazione</i> | 142 |
| 14.6.2 | <i>Allestimento del tirante</i> | 142 |
| 14.6.3 | <i>Iniezione</i> | 143 |
| 14.6.4 | <i>Controlli e documentazione</i> | 143 |
| 14.7 | PROCEDURE DI TENSIONAMENTO E COLLAUDO | 144 |
| 15. | OPERE IN ACCIAIO E IN GHISA | 145 |
| 15.1 | GENERALITÀ | 145 |
| 15.2 | PARAPETTI METALLICI | 146 |
| 15.3 | CHIUSINI IN GHISA SFEROIDALE | 146 |
| 15.4 | RECINZIONI | 147 |
| 15.5 | GRIGLIATI | 147 |
| 15.6 | CANCELLO..... | 147 |
| 15.7 | PALI IN ACCIAIO ZINCATO PER ILLUMINAZIONE | 147 |
| 16. | EDIFICIO SERVIZI | 148 |
| 16.1 | GENERALITÀ | 148 |
| 16.2 | MURATURE IN LATERIZIO | 148 |
| 16.2.1 | <i>Generalità</i> | 148 |
| 16.2.2 | <i>Materiali</i> | 148 |
| 16.2.3 | <i>Prove sui materiali</i> | 149 |
| 16.3 | MANUFATTI VARI | 149 |
| 16.3.1 | <i>Porte</i> | 149 |
| 16.3.2 | <i>Finestre</i> | 150 |
| 16.3.3 | <i>Opere di carpenteria metallica minuta</i> | 150 |
| 16.3.4 | <i>Pozzetti di ispezione</i> | 150 |
| 16.3.5 | <i>Fossa Imhoff</i> | 150 |
| 16.4 | RIVESTIMENTI E SANITARI | 151 |
| 16.4.1 | <i>Rivestimenti ceramici</i> | 151 |
| 16.4.2 | <i>Sanitari</i> | 151 |
| 16.5 | APPARECCHI ELETTRICI..... | 151 |

| | | |
|------------|---|------------|
| 16.5.1 | Aspiratore centrifugo..... | 151 |
| 16.5.2 | Scalda acqua elettrico | 152 |
| 16.5.3 | Termoventilatore elettrico..... | 152 |
| 16.5.4 | Asciugamano elettrico..... | 153 |
| 16.5.5 | Ventilconvettore elettrico..... | 153 |
| 16.6 | IMPIANTO IDRAULICO DELL'EDIFICIO SERVIZI..... | 153 |
| 17. | OPERE ELETTROMECCANICHE ED IMPIANTISTICHE | 155 |
| 17.1 | PARATOIE | 155 |
| 17.1.1 | Paratoie a settore..... | 155 |
| 17.1.2 | Paratoie piane | 162 |
| 17.2 | IMPIANTI ELETTRICI | 164 |
| 17.2.1 | Normativa di riferimento..... | 164 |
| 17.2.1.1. | Norme specifiche per l'equipaggiamento elettrico delle macchine | 165 |
| 17.2.1.2. | Norme generali di sicurezza per le macchine | 165 |
| 17.2.2 | Parametri di progetto e criteri di dimensionamento | 165 |
| 17.2.3 | Descrizione degli impianti elettrici..... | 167 |
| 17.2.4 | Quadri Elettrici..... | 168 |
| 17.2.5 | Impianto di Illuminazione Esterna | 168 |
| 17.2.6 | Impianto di illuminazione interno dell'edificio servizi..... | 169 |
| 17.2.7 | Impianto di illuminazione interno ai cunicoli..... | 169 |
| 17.2.8 | Impianti di Terra | 170 |
| 17.2.9 | Impianti di Forza motrice..... | 170 |
| 17.2.10 | Gruppo Elettrogeno | 171 |
| 17.2.11 | Impianto di monitoraggio e supervisione | 171 |
| 17.2.12 | Impianto TVCC e Antintrusione..... | 185 |
| 17.2.13 | Impianto di Segnalazione Sonora | 188 |
| 17.2.14 | Impianto di cablaggio strutturato | 188 |
| 17.2.15 | Criteri di scelta dei componenti principali | 188 |

1. PREMESSA

Con Det. n°749 del 13.07.2016, L'AIPO - Agenzia interregionale per il fiume Po, ha reso efficace l'aggiudicazione della progettazione definitiva relativa ai *Lavori di realizzazione della Cassa di espansione del torrente Baganza nei comuni di Felino, Sala Baganza, Collecchio e Parma (PR-E-1047)* allo scrivente R.T.P. Majone & Partners S.r.l. – Ambiter S.r.l. – Studio Prof. Ing. Alberto Bizzarri – Studio Colleselli & Partners – EG Engineering Geology di G.P. Beretta e Associati – Ing. Claudio Marcello S.r.l. (di seguito RTP).

Il progetto preliminare (marzo 2015), trasmesso dall'AIPO a Regione e Autorità di Bacino del fiume Po, è stato validato ed inserito da questi ultimi, nel luglio 2015, tra le istanze di finanziamento per interventi di mitigazione del rischio idrogeologico proposte dalla Regione Emilia-Romagna, mediante la validazione delle schede istruttorie inserite nella piattaforma telematica ReNDIS-web, dando atto che l'intervento è coerente con gli atti di pianificazione territoriale e tra gli interventi prioritariamente individuati attraverso gli strumenti di analisi del rischio.

Con decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri in data 15 settembre 2015 è stato approvato il Piano stralcio per le aree metropolitane e le aree urbane con alto livello di popolazione esposta al rischio di alluvioni, nel quale l'intervento in questione è stato inserito in tabella D¹ allegata all'atto, con la previsione di un finanziamento di 55.000.000,00 Euro, come da previsione del progetto preliminare.

Al fine di individuare, nei tempi ristretti assegnati per la progettazione, soluzioni condivise che perseguissero obiettivi a scala sovracomunale (di bacino) nel rispetto delle esigenze locali, è stato avviato un percorso progettuale in grado di definire le migliori opzioni d'intervento attraverso una progettazione integrata e multidisciplinare, che analizzasse ex ante in modo coordinato le esigenze tecniche, le esigenze territoriali e le esigenze ambientali e che consentisse un confronto costruttivo con le Amministrazioni coinvolte e con i portatori di interesse e più in generale con la cittadinanza attiva.

Tale percorso di partecipazione con i diversi stakeholder, avviato da AIPO nell'autunno 2015 e conclusosi nel novembre dello stesso anno, ha così permesso d'individuare gli elementi migliorativi da utilizzare nello sviluppo della progettazione definitiva della Cassa d'espansione sul Torrente Baganza. In particolare, è emersa da diversi soggetti la necessità di sviluppare la progettazione della cassa di laminazione con una visione complessiva di bacino Parma-Baganza che permettesse, oltre alla realizzazione dell'invaso, l'individuazione delle azioni complementari da attuare lungo le aste di Parma e Baganza al fine della riduzione e mitigazione del rischio residuale.

Nel presente progetto definitivo è pertanto contenuta, oltre al progetto dell'opera in senso stretto, anche una prima complessiva risposta alle suddette richieste, mediante un'analisi idraulica e geomorfologica a livello d'asta fluviale nel tratto di Torrente Baganza compreso tra Calestano e la confluenza con il T. Parma, ed una diagnosi sulle

¹ Nella tabella D sono indicati gli interventi di mitigazione del rischio alluvionale che presentano un livello di progettazione preliminare e per i quali è necessario raggiungere tempestivamente un livello di progettazione definitivo od esecutivo al fine di consentire l'utilizzo immediato delle risorse che si renderanno disponibili

arginature esistenti, eseguita per tratti omogenei, nel tratto d'alveo del T. Parma a valle della città sino alla confluenza con il Fiume Po.

Il presente progetto definitivo è stato predisposto in conformità con l'art. 23 c.7 del D.Lgs 50/2016 nonché, in applicazione dell'art. 216, c.4 dello stesso, con gli artt.24÷32 del D.P.R. 207/2010 e s.m.i., ed individua compiutamente i lavori da realizzare nel rispetto dei criteri, dei vincoli, degli indirizzi e delle indicazioni stabiliti dalla stazione appaltante nell'ambito del progetto preliminare e delle successive fasi di partecipazione sopra accennate e nel rispetto, laddove possibile e/o pertinente, delle *“Linee guida per le attività di programmazione e progettazione degli interventi per il contrasto del rischio idrogeologico (versione 2.0 del settembre 2016 - #italiasicura)”*.

Il presente progetto definitivo viene predisposto in conformità agli artt.24÷32 del D.P.R. 207/2010, ancora vigente per gli articoli sopracitati a seguito dell'emanazione del Decreto legislativo 18 Aprile 2016, n. 50 (Attuazione delle direttive 2014/23/UE, 2014/24/UE e 2014/25/UE sull'aggiudicazione dei contratti di concessione, sugli appalti pubblici e sulle procedure d'appalto degli enti erogatori nei settori dell'acqua, dell'energia, dei trasporti e dei servizi postali, nonché per il riordino della disciplina vigente in materia di contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture).

Il presente elaborato – in ottemperanza all'art. 32 del succitato D.P.R. 207/2010 – costituisce il *Disciplinare descrittivo e prestazionale degli elementi tecnici* redatto con lo scopo di fornire:

“sulla base delle specifiche tecniche, tutti i contenuti prestazionali tecnici degli elementi previsti nel progetto. Il disciplinare contiene, inoltre, la descrizione, anche sotto il profilo estetico, delle caratteristiche, della forma e delle principali dimensioni dell'intervento, dei materiali e di componenti previsti nel progetto.”.

2. NORME GENERALI PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI

2.1 GENERALITÀ

L'Impresa è tenuta alla scrupolosa osservanza delle norme contenute nel presente Disciplinare e di quanto altro prescritto nei documenti di progetto.

Nell'esecuzione dei lavori l'Impresa è altresì obbligata ad osservare ed a far osservare dal proprio personale tutte le norme antinfortunistiche e sulla sicurezza del lavoro vigenti all'epoca dell'appalto, nonché quelle specificatamente indicate nei piani di sicurezza di cui al D.Lgs 81/2008 e s.m.i.

L'Impresa è diretta ed unica responsabile di ogni conseguenza negativa, sia civile che penale, derivante dalla inosservanza o dalla imperfetta osservanza delle norme di cui ai precedenti commi.

All'atto della consegna dei lavori l'Appaltatore procederà in contraddittorio con l'Ufficio di D.L. al tracciamento con metodi topografici di sezioni trasversali e/o profili longitudinali, dei limiti degli scavi e dei rilevati e di tutte le opere d'arte previste in base ai disegni di progetto ed ai capisaldi e riferimenti che verranno indicati dall'Ufficio di D.L..

2.2 ORDINE DA TENERSI NELL'AVANZAMENTO LAVORI

L'Impresa ha la facoltà di sviluppare i lavori nel modo che crederà più opportuno per darli perfettamente compiuti nel termine stabilito dal programma esecutivo dei lavori e nel termine contrattuale, purché esso, a giudizio dell'Ufficio di D.L., non riesca pregiudizievole alla buona riuscita delle opere ed agli interessi dell'Amministrazione.

Tuttavia, l'Amministrazione ha diritto di prescrivere l'esecuzione ed il compimento di determinati lavori entro un ragionevole termine, anche in difformità rispetto alle indicazioni del citato programma, specialmente in relazione ad esigenze di ordine od interesse pubblico, senza che l'Impresa possa rifiutarvisi ed avanzare pretese di particolari compensi.

L'Impresa dovrà provvedere, durante l'esecuzione dei lavori, a mantenere pulite le aree di lavoro, di manovra, di passaggio, o di deposito temporaneo; è altresì obbligata, al termine dei lavori, a riportarle nelle condizioni che le caratterizzavano prima dell'inizio dei lavori. Tali oneri sono inglobati nei prezzi di elenco.

2.3 LAVORI ESEGUITI AD INIZIATIVA DELL'IMPRESA

L'Appaltatore che nel proprio interesse o di sua iniziativa abbia impiegato materiali o componenti di caratteristiche superiori a quelle prescritte nei documenti contrattuali, o eseguito una lavorazione più accurata, non ha diritto ad aumento dei prezzi e la contabilità è redatta come se i materiali avessero le caratteristiche stabilite.

Nel caso sia stato autorizzato per ragioni di necessità o convenienza da parte del Direttore dei Lavori l'impiego di materiali o componenti aventi qualche carenza nelle dimensioni, nella consistenza o nella qualità, ovvero sia stata autorizzata una lavorazione di minor pregio, 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.

2.4 PREPARAZIONE DELL'AREA DI CANTIERE E DEI LAVORI

Prima che abbia luogo la consegna dei lavori, l'Impresa dovrà provvedere a sgombrare la zona, dove essi dovranno svolgersi, dalla vegetazione boschiva ed arbustiva eventualmente esistente e procedere alla demolizione parziale o totale di quelle costruzioni e manufatti che verranno indicati dall'Ufficio di D.L.. Sono compresi nei prezzi di elenco gli oneri per la formazione del cantiere e per l'esecuzione di tutte le opere a tal fine occorrenti, compresi gli interventi necessari per l'accesso al cantiere, per la sua recinzione e protezione e quelli necessari per mantenere la continuità delle comunicazioni, degli scolì, delle canalizzazioni e delle linee telefoniche, elettriche e del gas esistenti.

Restano a carico dell'Impresa gli oneri per il reperimento e per le indennità relativi alle aree di stoccaggio e deposito temporaneo e/o definitivo delle attrezzature di cantiere, dei materiali e delle apparecchiature di fornitura e dei materiali di risulta.

2.5 TRACCIAMENTI

Prima di porre mano ai lavori di sterro o riporto, l'impresa è obbligata ad eseguire la picchettazione completa del lavoro, intendendosi che essa riceverà in consegna dalla D.L. i capisaldi altimetrici e i vertici principali; l'impresa procederà poi, in contraddittorio con la D.L. al rilievo di prima pianta del profilo e delle sezioni trasversali. A suo tempo, l'impresa dovrà pure stabilire, nelle tratte che indicherà la D.L., le modine o garbe necessarie a determinare con precisione l'andamento delle scarpate dei rilevati e quelle degli sterri (quando queste ultime risultino determinate in base alle pendenze che verranno stabilite secondo la natura del terreno), curandone poi la conservazione e rimettendo quelle manomesse durante la esecuzione dei lavori.

Qualora ai lavori in terra siano connesse opere murarie, l'Appaltatore dovrà procedere al tracciamento di queste ultime secondo i piani che gli verranno consegnati, con l'obbligo della conservazione dei picchetti ed eventualmente delle modine, come per i lavori in terra.

Per quanto riguarda i capisaldi di livellazione, l'Appaltatore dovrà far riferimento a quelli posti in sito, a suo tempo, dall'Ente Appaltante.

Inoltre, **prima dell'inizio dei lavori l'Impresa appaltatrice dovrà contattare tutti gli Enti proprietari delle eventuali infrastrutture interferenti (aeree e/o interrato) per richiedere il picchettamento diretto in campagna, al fine di acquisire la reale posizione planimetrica e la profondità di condotte e cavidotti presenti lungo il tracciato.**

3. CARATTERISTICHE DEI VARI MATERIALI

3.1 GENERALITÀ

I materiali occorrenti per la costruzione delle opere d'arte proverranno da quelle località che l'impresa riterrà di sua convenienza, purché ad insindacabile giudizio della D.L. siano riconosciuti della migliore qualità della specie e rispondano ai requisiti appresso indicati. Se la D.L. rifiuterà qualsiasi provvista, perché ritenuta a suo giudizio insindacabile non idonea ai lavori, l'impresa dovrà sostituirla con altra che risponda ai requisiti voluti ed i materiali rifiutati dovranno essere immediatamente allontanati dalla sede di lavoro o dai cantieri.

Salvo speciali prescrizioni, tutti i materiali occorrenti per i lavori di che trattasi dovranno provenire da cave, fabbriche, stabilimenti, depositi, ecc. scelti ad esclusiva cura dell'impresa la quale non potrà quindi accampare alcuna eccezione qualora, in corso di coltivazione delle cave o di esercizio delle fabbriche, degli stabilimenti, ecc. i materiali non fossero più rispondenti ai requisiti prescritti (ovvero venissero a mancare) ed essa fosse obbligata a ricorrere ad altre cave in località diverse od a diverse provenienze; intendendosi che, anche in tali casi, resteranno invariati i prezzi unitari stabiliti in elenco, come pure tutte le prescrizioni che si riferiscono alla qualità e dimensioni dei singoli materiali.

Il materiale utilizzabile proveniente dalle demolizioni, dai tagli e dagli scavi di ogni specie che residuerà dopo aver provveduto al riempimento degli scavi ed alla formazione dei rilevati, nonché alla formazione e sistemazione o risanamento del piano viabile o del piano di posa del sottofondo o della massicciata di pietrisco in conformità alle prescrizioni che saranno impartite in corso d'opera dalla D.L., potrà essere impiegato dall'impresa, sempre che esso sia riconosciuto idoneo dalla D.L..

Esso verrà perciò ceduto all'impresa nel quantitativo utilizzabile per i lavori stessi, salvo quanto sopra, senza alcun pagamento, essendosi già tenuto conto nei singoli prezzi di tale possibilità d'impiego.

3.2 ACQUA

L'acqua dovrà essere dolce, limpida, scevra da materiale terroso ed esente da tracce di cloruri o solfati, sostanze organiche (quali oli minerali) che possano compromettere la presa e l'indurimento del calcestruzzo o diminuire le caratteristiche di resistenza, impermeabilità e durabilità, ovvero la conservazione dell'acciaio di armatura. La torbidità dell'acqua non dovrà superare 2.000 parti per milione e la concentrazione di SO_4 sarà inferiore a 0,5 %.

3.3 LEGANTI IDRAULICI

Le calce idrauliche si dividono in:

- a) calce idraulica in zolle: prodotto della cottura di calcari argillosi di natura tale che il prodotto cotto risulti di facile spegnimento;
- b) calce idraulica;

- c) calce eminentemente idraulica naturale o artificiale in polvere: b) e c) sono prodotti ottenuti con la cottura di marne naturali oppure di mescolanze intime ed omogenee di calcare e di materie argillose, e successivi spegnimento, macinazione e stagionatura;
- d) calce idraulica artificiale pozzolanica: miscela omogenea ottenuta dalla macinazione di pozzolana e calce aerea idratata;
- e) calce idraulica siderurgica: miscela omogenea ottenuta dalla macinazione di loppa basica di alto forno granulata e di calce aerea idratata.

Per le calce idrauliche devono essere soddisfatte le seguenti limitazioni:

| CALCI IDRAULICHE | Perdita al fuoco | Contenuto in MgO | Contenuto in carbonati | Rapporto di costituzione | Contenuto in Mno | Residuo insolubile |
|---|------------------|------------------|------------------------|--------------------------|------------------|--------------------|
| Calce idraulica naturale in zolle | 10% | 5 % | 10 % | | | |
| Calce idraulica naturale o artificiale in polvere | | 5 % | 10 % | | | |
| Calce eminentemente idraulica naturale o artificiale in polvere | | 5 % | 10 % | | | |
| Calce idraulica artificiale pozzolanica in polvere | | 5 % | 10 % | 1,5 % | | |
| Calce idraulica artificiale siderurgica in polvere | 5 % | 5 % | | | 5 % | 2,5 % |

Devono inoltre essere soddisfatti i seguenti requisiti fisico-meccanici:

| CALCI IDRAULICHE IN POLVERE | Resistenze meccaniche su malta normale battuta 1:3 tolleranza del 10 % | | Prova di stabilità del volume |
|--|---|--|-------------------------------|
| | Resistenza a trazione dopo 28 giorni di stagionatura | Resistenza a compressione dopo 28 giorni di stagionatura | |
| Calce idraulica naturale o artificiale in polvere | 5 kg/cm ² | 10 kg/cm ² | Sì |
| Calce eminentemente idraulica naturale o artificiale | 10 kg/cm ² | 100 kg/cm ² | Sì |
| Calce idraulica artificiale pozzolanica | 10 kg/cm ² | 100 kg/cm ² | Sì |
| Calce idraulica artificiale siderurgica | 10 kg/cm ² | 100 kg/cm ² | Sì |

È ammesso un contenuto di MgO superiore ai limiti, purché rispondano alla prova di espansione in autoclave. Tutte le calce idrauliche in polvere devono:

- 1) lasciare sul setaccio da 900 maglie/cm² un residuo percentuale in peso inferiore al 2 % e sul setaccio da 4900 maglie/cm² un residuo inferiore al 20 %;
- 2) iniziare la presa fra le 2 e le 6 ore dal principio dell'impasto e averla già compiuta dalle 8 alle 48 ore del medesimo;

3) essere di composizione omogenea, costante, e di buona stagionatura.

Dall'inizio dell'impasto i tempi di presa devono essere i seguenti:

- inizio presa: non prima di un'ora;
- termine presa: non dopo 48 ore.

I cementi da impiegare in qualsiasi lavoro dovranno rispondere, per composizione, finezza di macinazione, qualità, presa, resistenza ed altro, alle norme di accettazione di cui alla Legge 26 maggio 1965 n. 595 ed al D.M. 31 agosto 1972, e successive modifiche ed integrazioni.

Per quanto riguarda composizione, specificazione e criteri di conformità per i cementi comuni, si farà riferimento a quanto previsto dal D.M. 19 settembre 1993 che recepisce le norme unificate europee con le norme UNI ENV 197/1, nonché ai successivi aggiornamenti della norma UNI EN 197-1: 2001 "Cemento – Composizione, specificazioni e criteri di conformità per cementi comuni" ed UNI EN 197-2: 2001 "Cemento – Valutazione della conformità".

Ai sensi della legge 26 maggio 1965 n. 595, e successive modifiche, i cementi si dividono in:

A. - Cementi:

- a) Cemento portland: prodotto ottenuto per macinazioni di clinker (consistente essenzialmente da silicati di calcio), con aggiunta di gesso o anidrite dosata nella quantità necessaria per regolarizzare il processo di idratazione;
- b) Cemento pozzolanico: miscela omogenea ottenuta con la macinazione di clinker portland e di pozzolana o di altro materiale a comportamento pozzolanico, con la quantità di gesso o anidrite necessaria a regolarizzare il processo di idratazione;
- c) Cemento d'alto forno: miscela omogenea ottenuta con la macinazione di clinker portland e di loppa basica granulata di alto forno, con la quantità di gesso o anidrite necessaria per regolarizzare il processo di idratazione.

B. - Cemento alluminoso: prodotto ottenuto con la macinazione di clinker costituito essenzialmente da alluminati idraulici di calcio.

C. - Cementi per sbarramenti di ritenuta: cementi normali, di cui alla lettera A, i quali abbiano i particolari valori minimi di resistenza alla compressione fissati con decreto ministeriale e la cui costruzione è soggetta al regolamento approvato con decreto del Presidente della Repubblica 1° novembre 1959, n. 1363.

D. - Agglomeranti cementizi

Per agglomeranti cementizi si intendono i leganti idraulici che presentano resistenze fisiche inferiori o requisiti chimici diversi da quelli che verranno stabiliti per i cementi normali. Essi si dividono in agglomerati cementizi:

- 1) a presa lenta;
- 2) a presa rapida.

Gli agglomerati cementizi in polvere non devono lasciare, sullo staccio formato con tela metallica unificata avente apertura di maglie 0,18 (0,18 UNI 2331), un residuo superiore al 2 %; i cementi normali ed alluminosi non devono

lasciare un residuo superiore al 10 % sullo staccio formato con tela metallica unificata avente apertura di maglia 0,09 (0,09 UNI 2331).

In base all'art. 5 del R.D. n. 2229 del 16 novembre 1939 il cemento deve essere esclusivamente a lenta presa e rispondere ai requisiti di accettazione prescritti nelle norme per i leganti idraulici in vigore all'inizio della costruzione. Per lavori speciali il cemento può essere assoggettato a prove supplementari.

Il costruttore ha l'obbligo della buona conservazione del cemento che non debba impiegarsi immediatamente nei lavori, curando tra l'altro che i locali, nei quali esso viene depositato, siano asciutti e ben ventilati. L'impiego di cemento giacente da lungo tempo in cantiere deve essere autorizzato dal Direttore dei Lavori sotto la sua responsabilità.

L'art. 9 dello stesso decreto prescrive che la dosatura di cemento per getti armati deve essere non inferiore a 300 kg per m³ di miscuglio secco di materia inerte (sabbia e ghiaia o pietrisco); per il cemento alluminoso la dosatura minima può essere di 250 kg per m³.

In ogni caso occorre proporzionare la miscela di cemento e materie inerti in modo da ottenere la massima compattezza.

Il preventivo controllo si deve di regola eseguire con analisi granulometrica o con misura diretta dei vuoti mediante acqua o con prove preliminari su travetti o su cubi.

I cementi normali e per sbarramenti di ritenuta, utilizzati per confezionare il conglomerato cementizio normale, armato e precompresso, devono essere previamente controllati e certificati secondo procedure di cui al regolamento C.N.R. – I.C.I.T.E. del “Servizio di controllo e certificazione dei cementi”, allegato al decreto 9 marzo 1988 n. 126 (rapporto n. 720314/265 del 14 marzo 1972).

I cementi indicati nella legge 26 maggio 1965, n. 595, saggiati su malta normale, secondo le prescrizioni e le modalità indicate nel successivo art. 10, debbono avere i seguenti limiti minimi di resistenza meccanica, con tolleranza del 5 %:

| CEMENTI NORMALI E AD ALTA RESISTENZA | Resistenza a flessione: | | | | Resistenza a compressione | | | | |
|---|-----------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| | Dopo 24 ore kg/cm ² | Dopo 3 giorni kg/cm ² | Dopo 7 giorni kg/cm ² | Dopo 28 giorni kg/cm ² | Dopo 24 ore kg/cm ² | Dopo 3 giorni kg/cm ² | Dopo 7 giorni kg/cm ² | Dopo 28 giorni kg/cm ² | Dopo 90 giorni kg/cm ² |
| Normale | - | - | 40 | 60 | - | - | 175 | 325 | - |
| Ad alta resistenza | - | 40 | 60 | 70 | - | 175 | 325 | 425 | - |
| Ad alta resistenza e rapido indurimento | 40 | 60 | - | 80 | 175 | 325 | - | 525 | - |
| CEMENTO ALLUMINOSO | 175 | 60 | - | 80 | 175 | 325 | - | 525 | - |
| CEMENTI PER SBARRAMENTI DI RITENUTA | - | - | - | - | - | - | - | 225 | 350 |

I cementi devono soddisfare i seguenti requisiti nei quali le quantità sono espresse percentualmente in peso:

| CEMENTI NORMALI E AD ALTA RESISTENZA E CEMENTI PER SBARRAMENTI DI TENUTA | | Perdita al fuoco | Residuo insolubile | SO ₃ | MgO | Risultato positivo del saggio di pozzolanicità | Contenuto di zolfo da solfuri | Al ₂ O ₃ |
|--|---|------------------|--------------------|-----------------|-------|--|-------------------------------|--------------------------------|
| Portland | Normale | < 5 | < 3 | < 3,5 | < 4 | --- | --- | --- |
| | Ad alta resistenza | < 5 | < 3 | < 4 | < 4 | --- | --- | --- |
| | Ad alta resistenza e rapido indurimento | < 5 | < 3 | < 4 | < 4 | --- | --- | --- |
| Pozzolánico | Normale | < 7 | < 16 | < 3,5 | < 3 * | Sì | --- | --- |
| | Ad alta resistenza | < 7 | < 16 | < 4 | < 3 * | Sì | --- | --- |
| | Ad alta resistenza e rapido indurimento | < 7 | < 16 | < 4 | < 3 * | Sì | --- | --- |
| D'altoforno | Normale | < 5 | < 3 | < 3,5 | < 7** | --- | < 2 | --- |
| | Ad alta resistenza | < 5 | < 3 | < 4 | < 7** | --- | < 2 | --- |
| | Ad alta resistenza e rapido indurimento | < 5 | < 3 | < 4 | < 7** | --- | < 2 | --- |
| CEMENTO ALLUMINOSO | Normale | < 5 | < 3 | < 3 | < 3 | --- | < 2 | < 35 |
| | Ad alta resistenza | < 5 | < 3 | < 3 | < 3 | --- | < 2 | < 35 |
| | Ad alta resistenza e rapido indurimento | < 5 | < 3 | < 3 | < 3 | --- | < 2 | < 35 |
| AGGLOMERATO CEMENTIZIO | | --- | --- | < 3,5 | < 4 | --- | --- | --- |

[*] Solubile in HCl

[**] È ammesso per il cemento d'alto forno anche un contenuto di MgO superiore al 7 %, purché detto cemento risponda alla prova di indeformabilità in autoclave (v. art. 4, comma 2). Il clinker di cemento portland impiegato deve naturalmente corrispondere come composizione a quella definita per il cemento Portland.

I cementi d'altoforno contenenti più del 7 % di MgO non debbono dare alla prova di espansione in autoclave una dilatazione superiore a 0,50 %.

Dall'inizio dell'impasto i tempi di presa debbono essere i seguenti:

| TIPO | INIZIO PRESA | TERMINE PRESA |
|---|------------------------|------------------|
| CEMENTI NORMALI E AD ALTA RESISTENZA | non prima di 30 minuti | non dopo 12 ore |
| CEMENTO ALLUMINOSO | non prima di 30 minuti | non dopo 10 ore |
| CEMENTI PER SBARRAMENTI DI RITENUTA | non prima di 45 minuti | non dopo 12 ore |
| AGGLOMERATI CEMENTIZI A LENTA PRESA | non prima di 45 minuti | non dopo 12 ore |
| AGGLOMERATI CEMENTIZI A RAPIDA PRESA | Almeno un minuto | al più 30 minuti |

Il D.M. del 13 settembre 1993 fissa la corrispondenza tra le denominazioni dei cementi di cui alla norma UNI-ENV 197/1 e quelli indicati nelle norme italiane previgenti.

| ENV 197/1 | Norme italiane (art. 2, legge n. 595/1965 e d.m. attuativi) |
|--|---|
| Cemento Portland (CEM I) | Cemento Portland |
| Cementi Portland compositi (CEM II/A-S; CEM II/A-D; CEM II/A-P; CEM II/A-Q; CEM II/A-V; CEM II/A-W; CEM II/A-T; CEM II/A-L; CEM II/B-L; CEM II/A-M) | |
| Cemento d'altoforno (CEM III/A; CEM III/B; CEM III/C) | Cemento d'altoforno |
| Cemento Portland composito (CEM II/B-S) | |
| Cemento pozzolanico (CEM IV/A; CEM IV/B) | Cemento pozzolanico |
| Cemento Portland alla pozzolana (CEM II/B-P; CEM II/B-Q) | |
| Cemento Portland alle ceneri volanti (CEM II/B-V; CEM II/B-W) | |
| Cemento Portland allo scisto calcinato (CEM II/B-T) | |
| Cemento Portland composito (CEM II/B-M) | Cemento d'altoforno [*] Cemento pozzolanico [*] Cemento Portland [*] |
| Cemento composito (CEM V/A; CEM V/B) | Cemento d'altoforno [*] Cemento pozzolanico [*] |

[*] In funzione della composizione del cemento.

Tali cementi devono riportare le indicazioni dei limiti minimi di resistenza a compressione a 28 giorni di cui all'art. 1 del D.M. 3 giugno 1968.

I cementi, gli agglomeranti cementizi e le calci idrauliche in polvere debbono essere forniti in una delle seguenti modalità:

- in sacchi sigillati;
- in imballaggi speciali a chiusura automatica a valvola che non possono essere aperti senza lacerazione;
- alla rinfusa.

Se i leganti idraulici sono forniti in sacchi sigillati essi dovranno essere del peso di 50 chilogrammi chiusi con legame munito di sigillo. Il sigillo deve portare impresso in modo indelebile il nome della Ditta fabbricante e del relativo stabilimento nonché la specie del legante.

Deve essere inoltre fissato al sacco, a mezzo del sigillo, un cartellino resistente sul quale saranno indicati con caratteri a stampa chiari e indelebili:

- la qualità del legante;
- lo stabilimento produttore;
- la quantità d'acqua per la malta normale;
- le resistenze minime a trazione e a compressione dopo 28 giorni di stagionatura dei provini.

Se i leganti sono forniti in imballaggi speciali a chiusura automatica a valvola che non possono essere aperti senza lacerazione, le indicazioni di cui sopra debbono essere stampate a grandi caratteri sugli imballaggi stessi.

I sacchi debbono essere in perfetto stato di conservazione; se l'imballaggio fosse comunque manomesso o il prodotto avariato, la merce può essere rifiutata.

Se i leganti sono forniti alla rinfusa, la provenienza e la qualità degli stessi dovranno essere dichiarate con documenti di accompagnamento della merce.

Le calce idrauliche naturali, in zolle, quando non possono essere caricate per la spedizione subito dopo l'estrazione dai forni, debbono essere conservate in locali chiusi o in sili al riparo degli agenti atmosferici. Il trasporto in cantiere deve eseguirsi al riparo dalla pioggia o dall'umidità.

Le pozzolane saranno ricavate da strati depurati da cappellaccio ed esenti da sostanze eterogenee o di parti inerti: qualunque sia la provenienza dovranno rispondere a tutti i requisiti prescritti dal R.D. 16 novembre 1939, n. 2230 e successive modifiche ed integrazioni.

Agli effetti del suddetto decreto si intendono per pozzolane tutti quei materiali di origine vulcanica che impastati intimamente con calce danno malte capaci di far presa e di indurire anche sott'acqua e che presentano un residuo non superiore al 40 % ad un attacco acido basico. Si considerano materiali a comportamento pozzolanico tutti quelli che, pur non essendo di origine vulcanica, rispondono alle condizioni della precedente definizione.

Agli effetti delle presenti norme si dividono in pozzolane energiche e pozzolane di debole energia.

Le pozzolane ed i materiali a comportamento pozzolanico devono dar luogo alle seguenti resistenze con la tolleranza del 10 %.

| | Resistenza a trazione (su malta normale) dopo 28 gg.: | Resistenza a pressione (su malta normale) dopo 28 gg.: | Composizione della malta normale |
|--|---|---|---|
| POZZOLANE ENERGICHE | 5 kg/cm ² | 25 kg/cm ² | - tre parti in peso del materiale da provare - una parte in peso di calce normale Dopo 7 giorni di stagionatura in ambiente umido non deve lasciare penetrare più di mm 7 l'ago di Vicat del peso di kg 1 lasciato cadere una sola volta dall'altezza di mm 30. |
| POZZOLANE DI DEBOLE ENERGIA | 3 kg/cm ² | 12 kg/cm ² | - tre parti in peso di pozzolana - una parte in peso di calce normale Dopo 7 giorni di stagionatura in ambiente umido non deve lasciare penetrare più di mm 10 l'ago di Vicat del peso di kg 1 lasciato cadere una sola volta dall'altezza di mm 30. |

La pozzolana ed i materiali a comportamento pozzolanico devono essere scevri da sostanze eterogenee. La dimensione dei grani della pozzolana e dei materiali a comportamento pozzolanico non deve superare i 5 mm.

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 e ben riparati dall'umidità.

I gessi si dividono in:

| TIPO | DUREZZA MASSIMA | RESISTENZA ALLA TRAZIONE (dopo tre giorni) | RESISTENZA ALLA COMPRESSIONE (dopo tre giorni) |
|---------------------------------------|-------------------------|---|---|
| Gesso comune | 60 % di acqua in volume | 15 kg/cm ² | |
| Gesso da stucco | 60 % di acqua in volume | 20 kg/cm ² | 40 kg/cm ² |
| Gesso da forma (scagliola) | 70 % di acqua in volume | 20 kg/cm ² | 40 kg/cm ² |

I cementi e gli agglomerati cementizi da usare in qualsiasi lavoro dovranno rispondere alle norme di accettazione di cui al D.M. 14.01.2008 e Circolare n°617 del 02.02.2009.

Essi dovranno essere conservati in magazzini coperti, su tavole di legno e riparati dall'umidità.

Gli inghisaggi potranno essere effettuati anche mediante malte cementizie premiscelate, reoplastiche a ritiro compensato (tipo EMACO).

Le predette miscele utilizzate devono rispettare le norme UNI 8993 e 8994 per i tipi superfluido, fluido e plastico; quest'ultime devono avere alto potere adesivo, alta resistenza meccanica ed essere impermeabili e durevoli.

Su richiesta della D.L., l'impresa dovrà fornire tutti i certificati che attestino la rispondenza dei materiali alle prescrizioni di progetto, rilasciati da un istituto di ricerca autorizzato a tale scopo. I sacchi in cui è confezionato il prodotto devono essere conservati in un luogo coperto e asciutto.

Prima della sua applicazione, il prodotto deve essere miscelato con cura all'interno della betoniera, insieme alla quantità d'acqua stabilita; per quanto concerne i tempi di lavorazione, bisogna prestare attenzione alle condizioni climatiche, dal momento che i tempi si riducono a temperature più elevate e si allungano a temperature più basse.

Una volta conclusosi il getto, tutte le parti esposte all'aria devono essere immediatamente protette dall'evaporazione e stagionate per almeno 24 ore mediante bagnatura e/o teli umidi.

3.4 GHIAIA, GHIAIETTO, PIETRISCHI, SABBIA PER OPERE MURARIE

Le prescrizioni contenute nel presente paragrafo sono da impiegarsi nella formazione di conglomerati escluse le pavimentazioni, e dovranno corrispondere ai requisiti stabiliti dalle norme per il calcestruzzo preconfezionato.

Si precisa inoltre che i materiali dovranno provenire esclusivamente dalla frantumazione naturale ed artificiale delle seguenti rocce:

- di origine ignea: graniti, quarzi, gabri, basalti,
- di origine sedimentaria: calcari, quarziti, silici.

In particolare i calcari dovranno denunciare all'analisi chimica un residuo insoluto di origine argillosa inferiore al 2.0 %. Ferme restando le prescrizioni granulometriche, le pezzature massime dovranno sempre avere le dimensioni maggiori fra quelle previste come compatibili per la struttura a cui il conglomerato è destinato: di norma, però, non si dovrà superare il diametro massimo di:

- 5 cm se si tratti di lavori correnti di fondazione e di elevazione, muri di sostegno, piedritti e simili;
- di 4 cm se si tratta di getti per volti;
- di 3 cm se si tratta di conglomerati cementizi armati;
- di 2 cm se si tratta di cappe o di getti di limitato spessore (parapetti, cunette, copertine, ecc.).

Nella composizione delle malte con sabbie ordinarie si intenderanno quelle in cui i grani passano attraverso lo staccio avente fori circolari di due millimetri di diametro. Nella composizione delle malte da intonaco e raffinamenti di superfici, si intenderanno, invece, le sabbie costituite da granuli di diametro non superiore ad un millimetro per gli strati grezzi.

3.5 MATERIALI FERROSI E METALLI VARI

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

Essi dovranno rispondere a tutte le norme di accettazione e di resistenza in vigore; inoltre l'impresa è sempre tenuta a presentare alla D.L. i certificati di provenienza e delle prove effettuate presso le ferriere o fonderie fornitrici. Ciò a prescindere dagli oneri relativi alle prove sui campioni da prelevarsi in cantiere in contraddittorio su richiesta della D.L., e secondo quanto prescritto dal D.M. 1 aprile 1983.

Sarà peraltro sempre in facoltà della D.L. compiere le prove tecnologiche, chimiche e meccaniche, le ispezioni in sito ed allo stabilimento di origine del materiale per accertare le qualità del medesimo. Verificandosi il caso che non si trovi corrispondenza alle caratteristiche previste e che il materiale presente evidenti difetti, la D.L. potrà rifiutare, a suo insindacabile giudizio, in tutto o in parte la partita fornita.

Ghisa

La ghisa dovrà essere di prima qualità e di seconda fusione, dolce, tenace, leggermente malleabile, facilmente lavorabile con la lima e lo scalpello; di fattura grigia finemente granosa e perfettamente omogenea, esente da screpolature, vene, bolle, sbavature, asperità ed altri difetti capaci di menomarne la resistenza.

E' assolutamente vietato l'impiego di ghise fosforose.

Metalli vari

Il piombo, lo zinco, lo stagno, il rame e tutti gli altri metalli 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.

3.6 LEGNAME

I legnami da impiegare in opere stabili o provvisorie, di qualunque essenza essi siano, dovranno rispondere a tutte le prescrizioni vigenti, saranno scelti fra le migliori qualità della categoria prescritta e non presenteranno difetti incompatibili con l'uso a cui sono destinati.

Il tavolame dovrà essere ricavato dalle travi più dritte, affinché le fibre non riescano mozze dalla sega e si ritirino nelle connessioni. I legnami rotondi o pali dovranno provenire dal vero tronco dell'albero e non dai rami, sufficientemente dritti in modo che la congiungente i centri delle due basi non debba uscire in alcun punto del palo; dovranno essere scortecciati per tutta la loro lunghezza; la differenza tra i diametri medi delle estremità non dovrà oltrepassare i 15 millesimi della lunghezza, né il quarto del maggiore dei 2 diametri.

Nei legnami grossolanamente squadrati ed a spigolo smussato, tutte le facce dovranno essere piane e senza scarniture, tollerandosene l'alburno e lo smusso in misura non maggiore di 1/6 del lato della sezione trasversale.

I legnami a spigolo vivo dovranno essere lavorati e squadrati a sega con le diverse facce esattamente spianate, senza rientranze o risalti, e con gli spigoli tirati a filo vivo, senza alburno, né smussi di sorta.

3.7 GEOTESSILI IN TESSUTO NON TESSUTO

I geotessili in tessuto non tessuto potranno essere usati con funzione di filtro per evitare il passaggio della componente fine del materiale esistente in posto, con funzione di drenaggio, o per migliorare le caratteristiche di portanza dei terreni di fondazione.

I geotessili andranno posati dove espressamente indicato dai disegni di progetto o dall'Ufficio di Direzione Lavori.

Caratteristiche dei materiali

Il geotessile sarà composto da fibre sintetiche in poliestere o in polipropilene, in filamenti continui, coesionate mediante agugliatura meccanica senza impiego di collanti o trattamenti termici, o aggiunta di componenti chimici.

I teli saranno forniti in rotoli di altezza non inferiore a 5,30 metri. In relazione alle esigenze esecutive ed alle caratteristiche del lavoro, verranno posti in opera geotessili di peso non inferiore a 300 g/mq e non superiore a 400 g/mq. In funzione del peso unitario, i geotessili in propilene dovranno presentare le seguenti caratteristiche:

| peso unitario (g/m ²) | spessore a 2 kPa (mm) | resistenza a trazione (kN/m) | allungamento a rottura (%) |
|--------------------------------------|--------------------------|---------------------------------|-------------------------------|
| ≥ 300 | ≥ 1,2 | ≥ 60 | ≥ 40 |
| ≥ 400 | ≥ 1,5 | ≥ 70 | ≥ 40 |

Per l'avvolgimento di tubazioni di drenaggio potranno essere utilizzati tessuti non tessuti di peso unitario inferiore.

La superficie del geotessile dovrà essere rugosa ed in grado di garantire un buon angolo di attrito con il terreno. Il geotessile dovrà essere inalterabile a contatto con qualsiasi sostanza e agli agenti atmosferici, imputrescibile, inattaccabile dai microrganismi e dovrà avere ottima stabilità dimensionale.

Modalità esecutive

Il terreno di posa dovrà essere il più possibile pulito da oggetti appuntiti o sporgenti, come arbusti, rocce od altri materiali in grado di produrre lacerazioni.

I teli srotolati sul terreno verranno posti in opera mediante cucitura sul bordo fra telo e telo, o con sovrapposizione non inferiore a 30 cm. Il fissaggio sul piano di posa sarà effettuato in corrispondenza dei bordi longitudinali e trasversali con infissione di picchetti di legno della lunghezza di 1,50 metri, a distanza di 1 metro.

Per i tappeti da porre in opera in acqua, L'Impresa dovrà impiegare apposito mezzo natante e saranno a suo carico gli oneri per il materiale di zavoratura.

Prove di accettazione e controllo

L'Impresa, prima dell'inizio dei lavori, dovrà presentare all'Ufficio di Direzione Lavori i certificati rilasciati dal costruttore che attestino i quantitativi acquistati dall'Impresa e la rispondenza del materiale ai requisiti sopra indicati ed alle prescrizioni progettuali. Prima dell'esecuzione dei lavori l'Ufficio di Direzione Lavori verificherà comunque la rispondenza del materiale ai requisiti prescritti, prelevando dei campioni di materiale in quantità tale da poter effettuare almeno una serie di prove di controllo ogni 1000 metri quadrati di telo da posare e almeno una per quantità globale inferiore. Se i risultati delle prove di laboratorio non rispetteranno i limiti prescritti, il materiale cui la prova si riferisce verrà scartato.

Di tutte le operazioni di controllo, di prelievo e di verifica verranno redatti appositi verbali firmati in contraddittorio con l'Impresa; in mancanza di tali verbali, l'opera non potrà essere collaudata.

4. PREPARAZIONE AREE DI LAVORO

4.1 GENERALITÀ

I lavori descritti in questo capitolo riguardano le necessarie operazioni di preparazione delle aree di lavoro tramite interventi di decespugliamento, disboscamento e riprofilatura delle sponde.

I lavori andranno eseguiti nei tratti e secondo le indicazioni riportate nei disegni di progetto o in base alle prescrizioni date di volta in volta dall'Ufficio di Direzione Lavori. L'Impresa dovrà assolutamente evitare che il materiale rimosso dalle sponde o dagli argini cada in acqua e venga allontanato dalla corrente.

4.2 DECESPUGLIAMENTO DI SCARPATE FLUVIALI

I lavori di decespugliamento andranno prevalentemente eseguiti con mezzo meccanico, cingolato o gommato, dotato di braccio adeguato alle lavorazioni richieste ed opportunamente munito di apparato falciante conforme alle vigenti disposizioni di legge, l'intervento sarà completato a mano.

Dovranno essere completamente eliminati i cespugli, i rampicanti, gli arbusti e gli alberelli il cui tronco abbia diametro inferiore a 15 cm, se necessario con due passate in senso opposto della ruspa, oppure con una sola passata e con la presenza di un manovale incaricato di tagliare le piante piegate dalla ruspa.

La sterpaglia rimossa andrà poi ripulita dal terriccio, allontanata dall'area di lavoro e bruciata o portata a rifiuto.

Terminate le operazioni di decespugliamento, il terreno andrà opportunamente regolarizzato.

4.3 SFALCIO E DECESPUGLIAMENTO DI RILEVATI ARGINALI

Le operazioni di taglio e rimozione di rovi, arbusti e vegetazione infestante lungo i rilevati arginali dovranno essere eseguite nei tratti indicati in progetto o dall'Ufficio di Direzione Lavori.

I lavori andranno prevalentemente eseguiti con mezzo meccanico, cingolato o gommato, dotato di braccio adeguato alle lavorazioni richieste ed opportunamente munito di apparato falciante conforme alle vigenti disposizioni di legge, l'intervento sarà completato a mano.

La sterpaglia rimossa andrà poi ripulita dal terriccio, allontanata dall'area di lavoro e bruciata o portata a rifiuto. L'Impresa dovrà anche raccogliere e trasportare a discarica eventuali rifiuti solidi rinvenuti nell'area di intervento.

Se previsto in progetto o prescritto dall'Ufficio di Direzione Lavori, terminate le operazioni di decespugliamento,

4.4 PALANCOLE METALLICHE PROVVISORIALI

Le palancole dovranno essere poste in opera con precisione lungo le linee indicate in progetto ed alle quote prefissate; l'Appaltatore dovrà provvedere a predisporre le dime, le guide o i riscontri necessari per la perfetta esecuzione dell'opera.

L'apparecchiatura di infissione delle palancole dovrà essere tale da garantire, durante la battitura, la verticalità e l'accurato allineamento delle stesse.

Per una buona esecuzione della palancolata metallica è condizione necessaria che la scelta del metodo d'infissione e della tecnica di battitura siano adatti al particolare lavoro da eseguire.

L'Appaltatore prima di dare inizio ai lavori dovrà:

- effettuare la scelta del numero e dell'ubicazione delle prove d'infissione al fine di determinare i punti di presumibile difficoltà;
- riconoscere la stratigrafia dei terreni interessati correlando le indicazioni geotecniche fornite con i dati reali di prova d'infissione;
- effettuare un piano di infissione con l'indicazione di tutti i punti particolari e del metodo previsto d'infissione (a palanca singola o doppia, oppure "autoguidata", a pannelli continui o alternati ecc.) per i diversi tratti di terreno interessati;
- effettuare la scelta della tecnica d'infissione e di conseguenza il tipo o i tipi di martelli o vibrator per le varie tratte ed i relativi caschi di battitura;
- prevedere, nel caso se ne ravvisi la possibilità d'intervento, l'approntamento dell'apparecchiatura per la "lancia ad acqua", in unione agli altri mezzi di infissione;
- effettuare prove di estrazione delle palancole infisse nel terreno alle quote di progetto.

Tutte le scelte di cui sopra dovranno essere sottoposte all'approvazione dell'Ufficio di Direzione Lavori.

Durante l'esecuzione dei lavori dovranno essere effettuate frequenti verifiche del posizionamento planaltimetrico della palancolata; le palancole che manifestino deviazioni eccessive rispetto alla linea teorica di infissione dovranno essere estratte e reinfisse oppure sostituite nel caso presentino danneggiamenti.

Per correggere difetti di verticalità non possono essere usate palancole rastremate senza la preventiva approvazione dell'Ufficio di Direzione Lavori.

I profili che raggiungono il rifiuto ad una quota inferiore a quella di progetto non possono essere tagliati senza il benestare dell'Ufficio di Direzione Lavori che decide inoltre l'inserimento di eventuali tiranti.

Le palancole tagliate devono essere registrate indicando la lunghezza della parte asportata.

4.5 BONIFICA DA ORDIGNI BELLCI INESPLOSI (BOB)

La bonifica ordigni bellici viene effettuata in tre distinte fasi:

- bonifica di superficie compiuta mediante apparati rilevatori con garanzia di un metro dal piano campagna, sull'intera superficie prevista da elaborati di progetto da delimitarsi mediante tesate in corda da sponda a sponda, adeguatamente assicurate alle sponde stesse mediante pali di materiale e lunghezza idonea.
- La seconda fase consiste nella bonifica di profondità, realizzata mediante trivellazioni spinte a 3 metri, inserimento di aste diamagnetiche e successivo inserimento della strumentazione in grado pertanto di dare garanzia fino a 4 metri complessivi dal piano campagna. Le trivellazioni vengono effettuate mediante attrezzatura montata su escavatore in manovra sulla sponda e/o sull'argine in avanzamento via via che l'area sottostante viene bonificata: lo schema planimetrico prevede la realizzazione delle perforazioni secondo una maglia con punti ad interasse di 2.80 m, in grado di rispettare il raggio di efficacia degli apparati rilevatori (2.00 metri).
- In corrispondenza dei punti segnalati, si procederà ad accertamento con scavo ed avvicinamento a mano.

5. SCAVI E DEMOLIZIONI

5.1 GENERALITÀ

L'impresa eseguirà tutti gli scavi necessari alla realizzazione delle opere, sia a mano sia a macchina, tanto all'asciutto quanto in presenza d'acqua. Gli scavi saranno eseguiti in larghezza e profondità secondo quanto indicato nei disegni esecutivi o richiesto dalla D.L..

Eventuali scavi eseguiti dall'impresa per comodità di lavoro od altri motivi, senza autorizzazione scritta della D.L., non saranno contabilizzati agli effetti del pagamento.

Gli scavi dovranno essere condotti in modo da non sconnettere e danneggiare il materiale d'imposta.

L'impresa prenderà tutte le precauzioni necessarie per evitare gli smottamenti delle pareti dello scavo, soprattutto in conseguenza di eventi meteorologici avversi e metterà in atto tutti gli accorgimenti necessari per evitare danni alle persone ed alle opere e sarà obbligata a provvedere a suo carico alla rimozione delle eventuali materie franate. La stessa dovrà, inoltre, provvedere a sue spese affinché le acque scorrenti alla superficie del terreno siano deviate in modo che non abbiano a riversarsi negli scavi.

L'impresa dovrà rimuovere dalle pareti e dal fondo degli scavi tutti i frammenti di roccia che fossero instabili e pulire con acqua ed aria compressa tutte le superfici.

In ogni caso, l'impresa sarà l'unica responsabile per i danni alle persone ed alle opere che possono derivare da cedimenti delle pareti di scavo.

La manutenzione degli scavi, lo sgombero dei materiali eventualmente e per qualsiasi causa caduti entro gli scavi stessi sarà a totale carico dell'impresa indipendentemente dal tempo che trascorrerà fra l'apertura degli scavi ed il loro rinterro, che potrà essere effettuato solo dopo l'autorizzazione della D.L., e con le modalità da questa eventualmente prescritte in aggiunta od in variante a quanto indicato in queste specifiche.

5.2 PROGRAMMA DI SCAVO

Un mese prima dell'esecuzione degli scavi, l'impresa dovrà presentare alla D.L. una relazione dettagliata in cui indicherà i mezzi e le modalità di esecuzione dei lavori, nonché il programma dettagliato delle opere con gli avanzamenti previsti mese per mese. Nell'esecuzione l'impresa dovrà attenersi a tale programma, previamente approvato dalla D.L..

Sarà facoltà della D.L. disporre variazioni a tale programma, prima dell'inizio dei lavori o nel corso di essi.

Resta in ogni caso stabilito che il sistema adottato, ed in special modo la successione delle varie fasi di lavoro, dovrà essere rispondente alle migliori norme di esecuzione per i lavori del genere, in relazione alle caratteristiche dei terreni da attraversare e al tempo stabilito per l'ultimazione di tutte le opere connesse.

5.3 VARIAZIONI DELLE LINEE DI SCAVO

Le variazioni nella quantità e profondità degli scavi non potranno giustificare richieste di compensi da parte dell'impresa, al di fuori di quanto risultante dall'applicazione dei prezzi di contratto.

La quota definita di fondazione delle opere verrà stabilita d'accordo con la D.L., in base alle effettive condizioni naturali riscontrate all'atto dello scavo; pertanto i piani di imposta segnati sui disegni hanno valore puramente indicativo.

Non si potrà procedere all'esecuzione del getto di calcestruzzo per le fondazioni se prima la superficie di scavo non sia stata ispezionata ed approvata dalla D.L., pena la demolizione del già fatto.

L'impresa, inoltre, dovrà provvedere a sua cura e spese, al riempimento dei vani rimasti al di fuori delle linee indicate con materiali che saranno specificati dalla D.L. di caso in caso.

5.4 CLASSIFICAZIONI DEGLI SCAVI

Gli scavi saranno classificati come più sotto indicato:

- Scavo in roccia: si considera "roccia" un blocco di materiale con volume maggiore di $0,75 \text{ m}^3$ e di resistenze e struttura tale da non poter essere rimosso e demolito senza l'uso di esplosivi o di martelli demolitori e che conserva la sua compattezza ed una elevata resistenza meccanica anche dopo una prolungata esposizione all'azione dell'acqua e di altri agenti atmosferici.
- Scavo di terreno sciolto di qualsiasi natura: si considera terreno sciolto qualsiasi materiale che non sia la roccia sopra indicata. Rientrano in questa categoria di scavi anche i pezzi isolati di roccia inferiori a $0,75 \text{ m}^3$.
- Scavo in acqua: si considera scavo in acqua quello eseguito oltre 20 cm al di sotto del livello di equilibrio delle acque sotterranee entro lo scavo.

L'esaurimento dell'acqua verrà disposto mediante ordine scritto dalla D.L. e l'impresa ha l'obbligo di provvedervi adeguatamente, a propria cura e spese, con mezzi meccanici idonei e corrispondenti all'entità richiesta e con il personale e le scorte necessarie anche per il funzionamento continuativo nelle 24 ore, ed a mantenere il prosciugamento per tutto il tempo necessario al completamento del lavoro.

Gli scavi soggetti alle acque dovranno procedere da valle a monte, con il fondo ben livellato e con regolare canaletto sul fondo che conduca le acque al loro esito naturale od ai pozzetti delle pompe.

5.5 TIPI DI SCAVI

- Scavi di sbancamento: per scavo di sbancamento s'intende in genere qualsiasi scavo a sezione aperta realizzato in vasta superficie, che permetta l'impiego di normali mezzi meccanici e l'allontanamento delle materie di scavo, sia pure con la formazione di rampe e di gradinate

provvisorie, aventi lo scopo di consentire l'accesso ed il corretto funzionamento dei mezzi meccanici, che saranno eseguite a carico dell'impresa. Saranno considerati scavi di sbancamento quelli occorrenti per lo spianamento e la sistemazione del terreno, per la sistemazione dei piazzali, per la formazione dei piani d'appoggio delle platee di fondazione, su cui dovranno sorgere le opere di regimazione idraulica quali briglie, traverse, soglie, pennelli etc., i ponti le costruzioni stradali e le costruzioni civili in genere, dei relativi vespai e delle opere di drenaggio. Saranno considerati scavi di sbancamento quelli che si trovino al di sotto del piano campagna, quando gli scavi rivestano i caratteri sopra citati.

- Scavi di fondazione: si definisce "scavo di fondazione" lo scavo incassato ed a sezione ristretta effettuato sotto il piano di sbancamento per accogliere gli elementi di fondazione di strutture, ed in generale tutti gli scavi che abbiano una larghezza media inferiore a 3,00 m ed una profondità uguale o superiore a 1/3 della larghezza.
- Scavi per tubazioni e canalizzazioni: si definisce "scavo per tubazioni e canalizzazioni" lo scavo incassato ed a sezione ristretta effettuato sotto il piano di sbancamento per attombare canalette, fognature, condutture e tombature.

Gli scavi per posa in opera di tubazioni dovranno avere sezione e larghezza tali da rendere agevole ogni manovra necessaria per la posa dei tubi, l'esecuzione delle giunzioni, le prove e le relative ispezioni e, eventualmente, lo smontaggio di condutture preesistenti.

Il fondo degli scavi aperti per il collocamento delle tubazioni dovrà essere ben spianato ed avere le pendenze prescritte. Non saranno permesse sporgenze o infossature superiori ai 5 centimetri dal piano delle livellette di progetto.

Nei punti corrispondenti alle giunzioni dei tubi e all'atto della posa di questi, si dovranno scavare, qualora necessario, nicchie larghe e profonde in modo da permettere di eseguire alla perfezione i giunti fra i tubi e di eseguire le ispezioni durante le prove.

L'avanzamento degli scavi dovrà essere adeguato all'effettivo avanzamento delle forniture dei tubi. Le eventuali discontinuità nel ritmo di fornitura non potranno però, in nessun caso, dare titolo all'impresa di richiedere compensi, maggiori di quelli previsti nell'Elenco Prezzi, e per il variare dell'avanzamento del proprio lavoro in maniera adeguata a quella della fornitura della tubazione.

La D.L. si riserva il diritto di stabilire di volta in volta la lunghezza dello scavo da aprire.

- Scavo per lo svasso dell'alveo: si definiscono come svassi quegli scavi eseguiti nell'alveo dei corsi d'acqua e torrenti per la rimozione del materiale alluvionale, depositatosi a seguito di eventi alluvionali.

5.6 MATERIALE SCAVATO E DISCARICHE

Il materiale scavato, depurato delle quantità riutilizzate durante i lavori, resterà di proprietà dell'Amministrazione appaltante e potrà essere acquisito a canone gratuito dall'impresa solo ed esclusivamente per riutilizzarlo nei lavori appaltati. La D.L. giudicherà dell'eventuale impiego del materiale scavato per l'utilizzo dello stesso nella formazione di rilevati o rinterri inerenti alla realizzazione delle opere e darà disposizioni circa l'invio alle discariche dei restanti quantitativi non utilizzati.

Il materiale destinato a futura utilizzazione dovrà essere sistemato nelle aree che la D.L. metterà a disposizione come deposito, senza compenso supplementare. Senza compenso supplementare dovrà essere effettuato, inoltre, il distendimento e la sistemazione del terreno di risulta degli scavi nell'ambito del cantiere, se richiesto dalla D.L..

Il materiale non utilizzato dovrà essere allontanato senza indugio e trasportato a rifiuto a pubbliche discariche: la voce nell'elenco prezzi prevede che tale onere sia già incluso nella relativa voce, entro un raggio di 10 km dal cantiere.

La D.L. farà asportare, addebitando la relativa spesa all'impresa, le materie che fossero state depositate in contravvenzione alle precedenti disposizioni.

5.7 SMOTTAMENTI

L'impresa prenderà tutte le precauzioni possibili ed userà i metodi di scavo più idonei allo scopo di evitare smottamenti oltre le linee indicate nei disegni di progetto o approvate dalla D.L.. Qualsiasi smottamento, movimento di massi o terra, che si verifichi nelle aree e che secondo la D.L. sia dovuto a negligenza o mancanza di misure di precauzione sarà eliminato a carico dell'impresa. Se tali smottamenti oltrepassano le linee fissate per gli scavi e siano richiesti riempimenti per ripristinare le linee di progetto con impiego di materiali come: argilla, calcestruzzo, ghiaia, ecc., l'onere relativo sarà a carico dell'impresa. I materiali di riempimento saranno scelti dalla D.L.. Se, a giudizio della D.L., gli smottamenti fossero derivati da cause non imputabili all'impresa, il costo dei lavori sarà contabilizzato secondo i prezzi indicati nell'Elenco Prezzi o, in mancanza di questi, secondo gli accordi presi fra l'impresa e la D.L..

5.8 ARMATURE DI SOSTEGNO DEGLI SCAVI E STRUTTURE ESISTENTI

L'impresa è responsabile della stabilità delle superfici degli scavi, delle strutture e dei fabbricati esistenti in prossimità degli stessi; di conseguenza dovrà predisporre armature di sostegno e di contenimento degli scavi in quantità tale da garantire la sicurezza delle opere.

Qualora, data la natura del terreno e la profondità degli scavi e le caratteristiche delle strutture e fabbricati adiacenti, le normali sbadacchiature non si dimostrassero sufficienti, si dovrà procedere alla armatura detta a cassa chiusa (marciavanti) delle pareti della zona, limitatamente alle zone che ne richiederanno l'impiego.

L'eventuale uso di armature degli scavi con palancole metalliche o sistemi simili dovrà essere autorizzato per iscritto dalla D.L..

Gli scavi all'aperto ed in sotterraneo dovranno, tempestivamente e per iniziativa dell'impresa, essere sostenuti dalle necessarie armature metalliche o di altra natura, sufficientemente robuste per resistere alle spinte che, secondo la natura dei terreni, saranno chiamate a sopportare; dette armature dovranno essere poste in opera a regola d'arte.

La superficie dello scavo, negli interspazi fra le armature, dovrà essere sostenuta là dove risultasse necessario, con longarine, lastre prefabbricate, lamiere ed in genere con tutti i mezzi e gli accorgimenti atti ad impedire frane e rilasci, e ciò sotto la diretta responsabilità dell'impresa.

Armature provvisorie

L'impresa è responsabile della stabilità delle superfici degli scavi, pertanto dove sia necessario, l'impresa dovrà provvedere a puntellare e sbadacchiare gli scavi con armature, in modo da evitare danni alle persone e alle opere in costruzione. La D.L. potrà ordinare che le armature degli scavi siano aumentate o rinforzate, quando esistono pericoli per gli operai e per la buona esecuzione dei lavori, senza che questo possa costituire motivo di reclamo da parte dell'impresa.

Le armature provvisorie saranno tolte dallo scavo quando la loro funzione portante sarà terminata.

Le armature occorrenti per gli scavi devono essere eseguite a perfetta regola d'arte, in modo da impedire qualsiasi cedimento o deformazione dei materiali non interessati dallo scavo. L'onere per la fornitura di armature provvisorie, qualunque ne sia il tipo ed il numero risultante necessario, è compreso e compensato nei prezzi degli scavi.

L'impresa dovrà rimuovere dalle pareti e dal fondo degli scavi tutti i frammenti di roccia che fossero instabili e pulire con acqua ed aria compressa tutte le superfici.

5.9 ABBASSAMENTO DELLA FALDA CON SISTEMA TIPO WELLPOINTS

Nel caso di scavi al di sotto della falda freatica potrà essere richiesto dalla D.L. l'uso di un complesso Wellpoints per l'abbassamento della falda stessa.

L'impianto che dovrà essere dimensionato ed installato in modo da consentire un perfetto prosciugamento delle zone di lavoro sarà composto da:

- motopompe aspiranti da 6" del tipo centrifugo, con relative pompe a vuoto;
- un impianto di aspirazione e scarico;
- un impianto completo di infissione.

Una volta ottenuto il prosciugamento della zona di lavoro, il numero delle pompe in esercizio verrà opportunamente diminuito in modo da ridurlo al minimo indispensabile.

Il complesso dovrà funzionare in modo continuo per tutto il tempo necessario agli scavi, all'esecuzione delle fondazioni, al consolidamento dei getti, alla posa di cavi e tubazioni per acquedotti e fognature, all'esecuzione di opere di impermeabilizzazione ed eventuali sottopassaggi ed al completamento di strutture sovrastanti sino al raggiungimento del carico dell'equilibrio statico, nonché per l'esecuzione di altri eventuali lavori che potranno essere effettuati, su richiesta dalla D.L. anche da altre Imprese specializzate.

5.10 INTERFERENZE CON ALTRI SERVIZI

Tutte le volte che nell'esecuzione dei lavori si incontreranno condutture o cunicoli di fogne, tubazioni di gas o d'acqua, cavi elettrici, telegrafici e telefonici od altri ostacoli imprevedibili per cui si rendesse indispensabile qualche variante al tracciato ed alle livellette di posa, l'impresa ha l'obbligo di darne avviso alla D.L., che darà le necessarie disposizioni del caso.

Resta stabilito che non sarà tenuto nessun conto degli scavi oltre a quelli ordinati, né delle maggiori profondità a cui l'impresa si sia spinta senza ordine della D.L..

Particolare cura dovrà porre l'impresa affinché non siano danneggiate dette opere nel sottosuolo e pertanto dovrà fare tutto quello che sia necessario per mantenere le opere stesse nella loro primitiva posizione utilizzando in tal senso sostegni, puntelli, sbadacchiature, sospensioni; inoltre, dovrà avvertire immediatamente l'Amministrazione competente e la D.L..

Ogni onere connesso all'esecuzione degli scavi in presenza di altri servizi (sostegni provvisori, puntellamenti, cautele e rallentamenti, ecc.) è a carico dell'impresa essendosene tenuto conto nei prezzi di elenco.

Nel caso che l'apertura di uno scavo provochi emanazioni di gas, si allontanerà immediatamente dalla zona ogni causa che possa provocare incendi od esplosioni e si avvertiranno le Autorità competenti.

Resta comunque stabilito che l'impresa è responsabile di ogni qualsiasi danno che possa derivare dai lavori a dette opere nel sottosuolo e che è obbligato a ripararlo o a farlo riparare al più presto sollevando il Committente e la D.L. da ogni gravame, noia o molestia.

Qualora, per effetto dei lavori da eseguire, dovesse manifestarsi la necessità di spostare provvisoriamente o definitivamente alcuni di tali servizi, l'Appaltatore dovrà darne preavviso alla D.L. e ottenere le necessarie autorizzazioni; le prestazioni così autorizzate sono a carico della Stazione Appaltante.

5.11 DEMOLIZIONI

Ove sia necessario, l'impresa è obbligata ad accertare con la massima cura la struttura ed ogni elemento che deve essere demolito sia nel suo complesso sia nei particolari, in modo da conoscerne la natura, lo stato di conservazione e le tecniche costruttive.

L'impresa potrà intraprendere le demolizioni (effettuate in roccia o di strutture complete) in ottemperanza alle norme di cui dall'art. 71 all'art. 76 del D.P.R. gennaio 1956 n. 164, con mezzi che crederà più opportuni previa approvazione della D.L..

In ogni caso l'impresa esonera nel modo più ampio ed esplicito da ogni responsabilità civile e penale, conseguente e dipendente dall'esecuzione dei lavori di demolizione sia l'Amministrazione Appaltante sia i suoi Organi di direzione, assistenza e sorveglianza.

Per quanto riguarda il personale e gli attrezzi, l'impresa dovrà osservare le seguenti prescrizioni unitamente a quelle contenute nei piani di sicurezza di cui al D.Lgs 81/2008 e s.m.i.:

- a) il personale addetto alle opere di demolizione dovrà avere preparazione e pratica specifiche, sia per l'esecuzione materiale dei lavori, che per la individuazione immediata di condizioni di pericolo;
- b) l'attività del personale impiegato dovrà essere sottoposta all'autorità di un dirigente; ogni gruppo di dieci persone dovrà essere guidato e sorvegliato da un caposquadra;
- c) i materiali ed ogni altro attrezzo che agisca per urto non dovranno essere impiegati qualora la stabilità delle strutture non lo consentisse;
- d) si preferiranno mezzi di demolizione a percussione montati su bracci di escavatori o gru semoventi.

La zona interessata dai lavori dovrà essere delimitata con particolare cura; in corrispondenza dei passaggi dovranno essere collocate opportune opere per proteggere i passaggi stessi.

Prima dell'inizio delle demolizioni dovranno essere interrotte le erogazioni agli impianti di elettricità, acqua, gas, ecc. esistenti nella zona dei lavori: a tal fine l'impresa dovrà prendere direttamente accordi con le rispettive Società ed Enti eroganti.

È vietato nel modo più assoluto gettare il materiale dall'alto, a meno che non venga convogliato in appositi canali.

L'imboccatura superiore di detti canali dovrà essere tale che non vi possano cadere accidentalmente delle persone; ogni tronco di canale dovrà essere imboccato in quello successivo e gli eventuali raccordi dovranno essere adeguatamente rinforzati; l'ultimo tratto dovrà essere inclinato così da limitare la velocità di uscita dei materiali.

Tutti gli altri materiali di risulta per i quali non possa servire il canale andranno calati a terra con mezzi idonei e con particolare cura.

Il materiale di risulta delle demolizioni, se inutilizzabile, dovrà essere trasportato a discarica; se destinato a riempimento, dovrà essere trasportato in aree indicate dall'ufficio di D.L. nell'ambito del cantiere. Nel primo caso, il costo è già incluso nella voce dell'elenco prezzi, qualora la pubblica discarica sia ubicata entro un raggio di 10 km

dal cantiere.

Le demolizioni dovranno limitarsi alle parti ed alle dimensioni prescritte. Quando, anche per mancanza di puntellamenti o di altre precauzioni, venissero demolite altre parti od oltrepassati i limiti fissati, tutto quanto indebitamente demolito dovrà essere ricostruito e rimesso in ripristino dall'impresa, a sua cura e spese, senza alcun compenso.

Il progetto prevede la demolizione completa di strutture fuori terra in calcestruzzo armato e non armato.

6. REINTERRI E RILEVATI

6.1 GENERALITÀ

Prima di dare inizio ai lavori contemplati nel presente articolo, l'impresa farà eseguire le verifiche sul terreno sottostante il piano di posa dei rilevati e su quello di fondazione stradale.

Inoltre, secondo le disposizioni che saranno impartite dalla Direzione Lavori, se i terreni di supporto sono di natura limo-argillosa o torbosa dovranno essere eseguite le prove che saranno indicate dalla Direzione Lavori stessa.

Nell'esecuzione sia degli scavi sia dei rilevati, l'impresa è tenuta ad effettuare a propria cura e spese l'estirpazione di piante, arbusti e relative radici esistenti sia sui terreni da scavare sia su quelli destinati all'impianto dei rilevati, nonché, in questo ultimo caso, al riempimento delle buche effettuate in dipendenza dell'estirpazione delle radici e delle piante, che dovrà essere effettuato con materiale idoneo, messo in opera a strati di conveniente spessore e, infine, costipato.

La costruzione di rilevati in presenza di gelo o di pioggia persistenti non sarà consentita in linea generale, fatto salvo particolari deroghe da parte della Direzione Lavori, limitatamente a quei materiali meno suscettibili all'azione del gelo e delle acque meteoriche (ad esempio pietrame).

Fintanto che non siano state esaurite per la formazione dei rilevati e dei rinterri tutte le disponibilità dei materiali idonei provenienti dagli altri scavi, le eventuali cave di prestito che l'impresa volesse aprire, ad esempio per economia dei trasporti, saranno a suo totale carico. L'impresa non potrà quindi pretendere sovrapprezzi, né prezzi diversi da quelli stabiliti in elenco per la formazione dei rilevati con utilizzazione di materie provenienti dagli scavi di trincea, opere d'arte ed annessi stradali, qualora, pur essendoci disponibilità ed idoneità di queste materie scavate, essa ritenesse di sua convenienza, per evitare rimaneggiamenti o trasporti a suo carico, di ricorrere a cave di prestito.

Qualora una volta esauriti i materiali, provenienti dagli scavi, ritenuti idonei in base a quanto precedentemente riportato, occorressero ulteriori quantitativi di materie per la formazione dei rilevati, l'impresa potrà ricorrere al prelevamento di materie da cave di prestito, sempre che abbia preventivamente richiesto ed ottenuto l'autorizzazione scritta da parte della Direzione Lavori.

L'impresa deve indicare le cave alla Direzione dei Lavori che si riserva la facoltà di fare analizzare tali materiali presso laboratori ufficiali, sempre a spese dell'impresa.

L'accettazione della cava da parte della Direzione dei Lavori non esime l'impresa dall'assoggettarsi, in ogni periodo di tempo, all'esame delle materie che dovranno corrispondere sempre a quelle di prescrizione; di conseguenza, ove la cava in seguito non si dimostrasse capace di produrre materiale idoneo per una determinata lavorazione, essa non potrà più essere coltivata.

Per quanto riguarda le cave di prestito, l'impresa è tenuta pure a corrispondere le relative indennità ai proprietari di tali cave, a provvedere a proprie spese al sicuro e facile deflusso delle acque che si raccogliessero nelle cave

stesse, evitando nocivi ristagni e danni alle proprietà circostanti e sistemando convenientemente le relative scarpate, in osservanza alla normativa vigente.

Da ultimo, con specifico riferimento alla realizzazione dei piazzali, delle rampe e delle piste di servizio definitive, sarà possibile la sostituzione delle modalità esecutive di progetto con altra tipologia di materiali e tecnologie, purché approvati dalla Direzione Lavori che li valuterà sulla base di indagini sui materiali e di uno specifico progetto a corredo, firmato da un tecnico abilitato.

6.2 OPERAZIONI DI BONIFICA

Per lavori di bonifica di zone di terreno non idoneo, al disotto del piano di posa di manufatti e rilevati, si intendono sostituzioni dei terreni esistenti con materiale idoneo.

La bonifica del terreno d'appoggio del rilevato, nell'accezione più generale, dovrà essere eseguita in conformità alle previsioni di progetto, ed ogni qualvolta nel corso dei lavori si dovessero trovare zone di terreno non idoneo e/o comunque non conforme alle specifiche di progetto.

Pertanto il terreno in sito, per la parte di scadenti caratteristiche meccaniche o contenente notevoli quantità di sostanze organiche, dovrà essere sostituito con materiale selezionato appartenente ai seguenti gruppi (CNR-UNI 10006):

- A_1 , A_3 se proveniente da cave di prestito; nel caso in cui il materiale appartenga al gruppo A_3 , deve presentare un coefficiente di uniformità (D_{60}/D_{10}) maggiore o uguale a 7;
- A_1 , A_{2-4} , A_{2-5} , A_3 , se proveniente dagli scavi; il materiale appartenente al gruppo A_3 deve presentare un coefficiente di uniformità (D_{60}/D_{10}) maggiore o uguale a 7;

Il materiale dovrà essere messo in opera a strati di spessore definiti dalla D.L. (materiale sciolto) e compattato fino a raggiungere il 95% della massa volumica del secco massima ottenuta attraverso la prova di compattazione AASHO modificata.

Per il materiale dei gruppi A_{2-4} e A_{2-5} gli strati dovranno avere spessore non superiore a 30 cm (materiale sciolto).

Nel caso in cui la bonifica di zone di terreno debba essere eseguita in presenza d'acqua, l'impresa dovrà provvedere ai necessari emungimenti per mantenere costantemente asciutta la zona di scavo da bonificare fino ad ultimazione dell'attività stessa.

Le caratteristiche del materiale costituente il piano di fondazione bonificato saranno accertate mediante prove di densità in sito.

6.3 FORMAZIONE DEI RILEVATI ARGINALI

6.3.1 Generalità

Le indicazioni riportate nel seguito si riferiscono sia a lavori di costruzione di nuovi rilevati arginali, sia a lavori di ringrosso e/o rialzo di argini esistenti.

6.3.2 Caratteristiche dei materiali

Con riferimento alla classificazione contenuta nelle norme CNR UNI 10006, le terre preferibilmente da utilizzare saranno di tipo argilloso e limoso (classi A-4, A-6, A-7-6), con contenuto minimo di sabbia pari al 15% e con indice di plasticità inferiore a 25.

In casi di accertata impossibilità di ottenere una classe di rilevato superiore a quella con classifica A-3 e' facoltà dell'Ufficio di Direzione Lavori di accettare il materiale posto in opera, prescrivendo uno spessore non inferiore a 40 cm. di terreno vegetale sul paramento a fiume del rilevato.

Non si dovranno utilizzare le materie organiche e le sabbie pulite.

Il materiale posto in opera dovrà avere valori del peso in volume allo stato secco pari al 95% del peso di volume secco ottenuto nella prova di compattazione Proctor normale con tolleranza di +/- 1%; la corrispondente umidità dovrà avere i valori compresi fra +/- 2% dell'umidità ottimale ottenuta nella suddetta prova di compattazione. Definita anche la percentuale di umidità, questa deve essere mantenuta costante con una tolleranza di +/- 1%.

A suo insindacabile giudizio, l'Amministrazione potrà individuare aree di prelievo di materiale di caratteristiche differenti da quanto sopra riportato.

6.3.3 Modalità esecutive

Prima di procedere alla costruzione dell'argine, sarà necessario preparare il terreno di posa, provvedendo all'asportazione del terreno vegetale e degli apparati radicali e alla predisposizione di uno scavo di cassonetto o, qualora il declivio trasversale del terreno fosse superiore al 15%, di opportuni gradoni di immersione delle dimensioni riportate nei disegni di progetto.

Nella costruzione dell'argine andranno seguite le indicazioni progettuali riportate nei disegni esecutivi, sia per quanto riguarda le dimensioni del rilevato e la pendenza delle scarpate, sia per quanto riguarda lo spessore degli strati, il tipo di macchina da utilizzare per il costipamento ed il numero di passate.

Sempre ai disegni di progetto si dovrà fare riferimento per le caratteristiche dimensionali e dei materiali da utilizzare per la realizzazione della pista di servizio o della strada sulla testa arginale.

6.3.4 Prove di accettazione e controllo

Prima dell'esecuzione dei lavori l'Ufficio di Direzione Lavori procederà al prelievo di campioni di terreno da inviare a laboratori ufficiali, in modo da verificare la rispondenza alle prescrizioni di cui al presente Capitolato.

I campioni di terreno prelevati saranno innanzitutto classificati: sarà individuata la curva granulometrica che caratterizza ogni campione, verranno valutati i limiti di Atterberg (in particolare modo il limite liquido e l'indice di plasticità), l'indice di gruppo. Saranno poi eseguite le prove necessarie per la determinazione della resistenza al taglio e dell'optimum Proctor.

Qualora richiesto dall'Ufficio di Direzione Lavori l'Impresa dovrà provvedere alla posa in opera di una opportuna strumentazione geotecnica, tale da permettere la verifica delle corrette condizioni di lavoro in tutte le fasi di realizzazione dell'opera. Mediante la posa di assistimetri superficiali e profondi, di piezometri e di inclinometri sarà inoltre possibile controllare il grado di assestamento, l'esistenza di spostamenti orizzontali, la consolidazione raggiunta da eventuali strati argillosi, l'andamento del moto di filtrazione.

Nel caso di rilevati costruiti ex novo L'Impresa dovrà provvedere alla posa della strumentazione completa per una sezione significativa a scelta dall'Ufficio di Direzione Lavori.

Nel caso di rialzi e ringrossi i controlli saranno limitati alla compattazione fatti salvi comunque i controlli generali sulla qualità delle terre.

Se le prove relative allo stato di compattazione del rilevato non dovessero dare esito soddisfacente, L'Impresa è tenuta a ripetere la compressione dei rilevati sino ad ottenere il risultato prescritto.

Gli oneri per tutte le prove di laboratorio e per la strumentazione per le prove a campo sono a carico dell'Impresa.

L'Impresa è obbligata, senza pretesa di compenso alcuno, a dare ai rilevati, durante la costruzione, le maggiori dimensioni richieste dall'assestamento naturale delle terre. Le scarpate saranno spianate e battute e i lavori di profilatura dovranno avvenire con asporto anziché con riporto di materie.

All'atto del collaudo i rilevati eseguiti dovranno avere la sagoma e le dimensioni prescritte dai disegni progettuali.

Qualora la costruzione del rilevato dovesse venire sospesa, l'Impresa dovrà provvedere a sistemarlo regolarmente in modo da fare defluire facilmente le acque piovane; alla ripresa dei lavori dovranno essere praticati, nel rilevato stesso, appositi tagli a gradini, per il collegamento delle nuove materie con quelle già posate.

6.3.5 Fuso granulometrico ammissibile in relazione alla miscelazione dei materiali di scavo

I rilevati arginali verranno realizzati con materiali provenienti dagli scavi opportunamente selezionati e miscelati utilizzando i terreni dell'unità geotecnica UG2A (A6 e A7-6) e dell'unità geotecnica UG2B (A2-6 e A2-7).

La maggior parte del materiale proviene da scavi sotto falda o prossimi alla falda con elevati tenori di umidità. Sarà perciò necessario un preventivo abbattimento dell'acquifero e/o stoccaggio provvisorio per far perdere umidità e raggiungere le condizioni ottimali per il costipamento.

In questa fase si possono creare cumuli di materiale UG2A e UG2B accostati e che nella fase successiva di prelievo potranno essere mescolati. Si tratta di una procedura utilizzata per la costruzione e il rinforzo di argini lungo il Po e affluenti con materiale provenienti da cave.

I materiali impiegati per la costruzione delle nuove arginature, ottenuti mescolando materiale UG2A e UG2B (vedi fuso granulometrico di seguito riportato, nell'ipotesi dell'80% di UG2A e 20% di UG2B), dovranno avere le seguenti caratteristiche:

- percentuale di passante al vaglio n.200 maggiore del 35%;
- indice di plasticità inferiore a 25;
- grado di costipamento: 95% del peso di volume secco $\gamma_{d,max}$ ottenuto nella prova Proctor Standard a contenuto d'acqua $w=w_{opt}\pm 2\%$;
- stesa e compattazione in strati di spessore non superiore a 30 cm: modulo di deformazione M_E con piastra da 30cm nell'intervallo $1.5\div 2.5\text{kg/m}^2$ maggiore di 250kg/m^2 .

Per quanto riguarda i parametri geotecnici del rilevato realizzato con tali materiali si possono assumere le seguenti:

- angolo di resistenza al taglio $\phi'=27^\circ$;
- coesione efficace $c'=10\text{ kPa}$;
- permeabilità $k\leq 1\times 10^{-7}\text{ m/s}$, misurata in laboratorio con fustella Proctor ($\gamma_{d,max}$ e w_{opt}).

Nella stima dei parametri di resistenza al taglio non si è tenuto conto delle condizioni di parziale saturazione dei materiali e dell'effetto della "suzione", che comporta un incremento della coesione "apparente" e una riduzione della permeabilità.

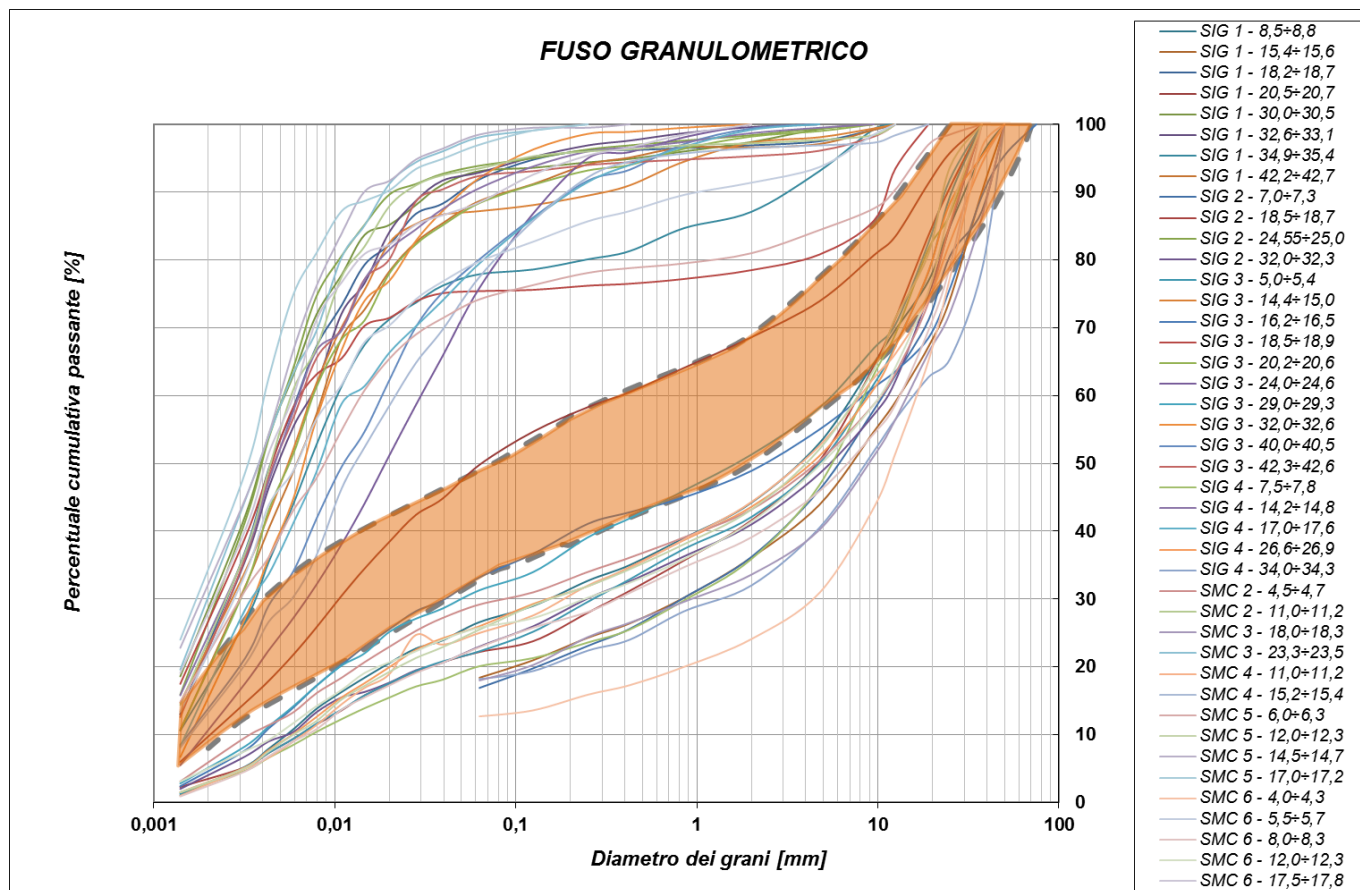
Per quanto riguarda i terreni ghiaiosi più permeabili appartenenti all'unità geotecnica UG1 utilizzate per la realizzazione della sotto banca a campagna le caratteristiche sono le seguenti:

- Gruppo A1 – A2 (UNI 11531-1);
- grado di costipamento: 95% del peso di volume secco $\gamma_{d,max}$ ottenuto nella prova di compattazione Proctor Standard a contenuto d'acqua $w=w_{opt}\pm 2\%$;
- stesa e compattazione in strati di spessore non superiore a 30 cm: modulo di deformazione M_E con piastra da 30cm nell'intervallo $1.5\div 2.5\text{kg/m}^2$ maggiore di 300kg/m^2 .

Per quanto riguarda le caratteristiche geotecniche del rilevato realizzato con tali materiali si possono assumere le seguenti:

- angolo di resistenza al taglio $\phi'=38^\circ$

- coesione efficace $c'=0$ kPa
- permeabilità $k \geq 1 \times 10^{-3}$ m/s, misurata in laboratorio con fustella Proctor ($\gamma_{d,max}$ e w_{opt}).



Fuso granulometrico 80% UG2A + 20% UG2B

6.4 REINTERRI

Per l'esecuzione dei rinterri verranno comunemente impiegati i materiali di risulta degli scavi di cantiere o, se indicato nei disegni e/o richiesto dalla D.L., si utilizzeranno materiali provenienti dalle cave di prestito. Tutti i materiali impiegati saranno preventivamente approvati dalla D.L..

Per il rinterro degli scavi relativi a fondazioni e manufatti in calcestruzzo dovrà utilizzarsi materiale selezionato appartenente esclusivamente ai gruppi A1 ed A3 (UNI-CNR 10006) opportunamente compattato; il materiale appartenente al gruppo A3 dovrà presentare un coefficiente di uniformità (D_{60}/D_{10}) maggiore o uguale a 7.

I materiali per i rinterri dovranno essere disposti in strati dello spessore non superiori a circa 30 cm, quindi bagnati e compattati al 70 % della densità relativa del materiale impiegato o al 90 % dell'optimum Proctor mediante costipatori meccanici od altri mezzi ritenuti idonei dalla D.L..

Le modalità e le tipologie di materiali da utilizzarsi nei rinterri in funzione delle diverse sezioni tipo di posa previste lungo il tracciato sono indicate nei disegni di progetto.

Nei rinterri eseguiti nei tratti in cui il tracciato si sviluppa su terreni agricoli verrà utilizzato direttamente il materiale proveniente dagli scavi, avendo cura di accantonare lo strato di terreno di coltivo che sarà riposizionato al termine dei rinterri.

7. PAVIMENTAZIONI STRADALI

7.1 GENERALITÀ

Le pavimentazioni stradali saranno realizzate solamente quando il terreno di imposta sarà completamente assestato e la superficie esterna non presenterà più cedimenti.

In caso di ripristini a seguito di scavi lungo strade esistenti, i sottofondi e le pavimentazioni stradali saranno estesi per circa 30 cm oltre il bordo degli scavi.

Il fondo dello scavo di cassonetto dovrà essere rullato e regolarizzato prima dell'esecuzione delle pavimentazioni.

I materiali dovranno rispondere ai requisiti sotto indicati, oltre a quanto riportato nei singoli paragrafi.

Il pietrame da utilizzare per massicciate, pavimentazioni, cordoli stradali ecc. dovrà essere conforme a quanto specificato nel R.D. 16 novembre 1939 n.2232.

I pietrischi, i pietrischetti, le graniglie, le sabbie e gli additivi dovranno soddisfare ai requisiti stabiliti nelle "Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali" del C.N.R. - Fascicolo n.4 1953.

Le ghiaie e i ghiaietti dovranno corrispondere come pezzatura e caratteristiche ai requisiti stabiliti nella Tabella UNI 27 10 giugno 1945 e successive modifiche.

Dovranno essere costituiti da elementi sani e tenaci, privi di elementi alterati, essere puliti e particolarmente esenti da materie eterogenee, non presentare perdita di peso, per decantazione in acqua, superiori al 2%.

I bitumi e le emulsioni bituminose dovranno soddisfare ai requisiti stabiliti nelle "Norme per l'accettazione dei bitumi per usi stradali - caratteristiche per l'accettazione" 1978; "Norme per l'accettazione delle emulsioni bituminose per usi stradali" 1958; "Norme per l'accettazione dei bitumi per usi stradali - campionatura dei bitumi" 1980; "Norme per l'accettazione delle emulsioni bituminose per usi stradali - campionatura delle emulsioni bituminose" 1984.

Le pendenze trasversali dei tratti di piste oggetto di interventi dovranno essere tali da permettere il deflusso delle acque piovane, raccordarsi con quelle dei tratti non interessati dai lavori e comunque secondo quanto impartito dall'Ufficio di Direzione Lavori.

7.2 FONDAZIONI IN MISTO GRANULARE

7.2.1 Generalità

Tali fondazioni sono costituite da una miscela di materiali granulari (misto granulare) stabilizzati per granulometria con l'aggiunta o meno di legante naturale, il quale è costituito da terra passante al setaccio 0,4 UNI.

L'aggregato potrà essere costituito da ghiaie, detriti di cava, frantumato, scorie od anche altro materiale; potrà essere: materiale reperito in sito, entro o fuori cantiere, oppure come miscela di materiali avente provenienze diverse, in proporzioni stabilite attraverso una indagine preliminare di laboratorio e di cantiere.

La stesa del materiale avverrà in strati successivi, ciascuno dei quali non dovrà mai avere uno spessore finito superiore a cm 20 e non inferiore a cm 10.

7.2.2 Caratteristiche dei materiali

Il materiale in opera, dopo l'eventuale correzione e miscelazione, dovrà rispondere alle caratteristiche seguenti:

- 1) l'aggregato non dovrà avere dimensioni superiori a 71 mm, né forma appiattita, allungata o lenticolare;
- 2) granulometria compresa nel seguente fuso e avente andamento continuo e uniforme praticamente concorde a quello delle curve limiti:

| Serie crivelli e setacci UNI | Miscela passante % totale in peso |
|------------------------------|-----------------------------------|
| Crivello 71 | 100 |
| Crivello 40 | $75 \div 100$ |
| Crivello 25 | $60 \div 87$ |
| Crivello 10 | $35 \div 67$ |
| Crivello 5 | $25 \div 55$ |
| Setaccio 2,000 | $15 \div 40$ |
| Setaccio 0,400 | $7 \div 22$ |
| Setaccio 0,075 | $2 \div 10$ |

- 3) rapporto tra il passante al setaccio 0,0075 ed il passante 0,4 inferiore a 2/3;
- 4) perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature inferiore al 30%;
- 5) Il passante al setaccio n° 4 ASTM dovrà soddisfare i seguenti requisiti:
 - IP=NP;
 - Per situazioni in cui $0 < IP < 6$ deve effettuarsi la prova dell'equivalente in sabbia di cui al punto 6;
 - Nel caso in cui l'E.S. è compreso tra 25 e 35 l'Ufficio di Direzione Lavori richiederà la verifica dell'indice di portanza-CBR saturo di cui al punto 7, questo anche se la miscela dovesse contenere più del 60% in peso di elementi frantumati.;
- 6) equivalente in sabbia misurato sulla frazione passante al setaccio 4 ASTM, compreso tra 25 e 65. Tale controllo dovrà anche essere eseguito per materiale prelevato dopo costipamento. Il limite superiore dell'equivalente in sabbia (65) potrà essere variato dalla Direzione Lavori in funzione delle provenienze e delle caratteristiche del materiale. Per tutti i materiali aventi equivalente in sabbia compreso tra 25 e 35, l'Ufficio di Direzione Lavori richiederà in ogni caso (anche se la miscela contiene più del 60% in peso di elementi frantumati) la verifica dell'indice di portanza CBR di cui al successivo comma 6;
- 7) indice di portanza CBR dopo 4 giorni di imbibizione in acqua (eseguito sul materiale passante al crivello 25) non minore di 50. È inoltre richiesto che tale condizione sia verificata per un intervallo di +2% rispetto all'umidità ottima di costipamento.

Se le miscele contengono oltre il 60% in peso di elementi frantumati a spigoli vivi, l'accettazione avverrà sulla base delle sole caratteristiche indicate ai precedenti commi 1), 2), 4), 5), salvo nel caso citato al comma 5) in cui la miscela abbia un equivalente in sabbia compreso tra 25 e 35.

7.2.3 Modalità esecutive

Il piano di posa dello strato dovrà avere le quote, la sagoma ed i requisiti di compattezza prescritti ed essere ripulito da materiale estraneo.

Il materiale verrà steso in strati di spessore finito non superiore a 20 cm e non inferiore a 10 cm, e dovrà presentarsi, dopo costipato, uniformemente miscelato in modo da non presentare segregazione dei suoi componenti.

L'eventuale aggiunta di acqua, per raggiungere l'umidità prescritta in funzione delle densità, è da effettuarsi mediante dispositivi spruzzatori.

A questo proposito si precisa che tutte le operazioni anzidette non devono essere eseguite quando le condizioni ambientali (pioggia, neve, gelo) siano tali da danneggiare la qualità dello strato stabilizzato. Verificandosi comunque eccesso di umidità, o danni dovuti al gelo, lo strato compromesso dovrà essere rimosso e ricostituito a cura e spese dall'Impresa.

Il materiale pronto per il costipamento dovrà presentare in ogni punto la prescritta granulometria.

Per il costipamento e la rifinitura verranno impiegati rulli vibranti o vibranti gommati, tutti semoventi. L'idoneità dei rulli e le modalità di costipamento verranno, per ogni cantiere, determinate dall'Ufficio di Direzione Lavori con una prova sperimentale, usando le miscele messe a punto per quel cantiere (prove di costipamento).

Il costipamento di ogni strato dovrà essere eseguito sino ad ottenere una densità in sito non inferiore al 95% della densità massima fornita dalla prova AASHO modificata.

La superficie finita non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto di oltre 1 cm, controllato a mezzo di un regolo di m 4,50 di lunghezza e disposto secondo due direzioni ortogonali.

Lo spessore dovrà essere quello prescritto, con una tolleranza in più o in meno del 5%, purché questa differenza si presenti solo saltuariamente.

7.2.4 Prove di accettazione e controllo

Prima dell'inizio dei lavori, l'Impresa dovrà presentare all'Ufficio di Direzione Lavori certificati di laboratorio effettuate su campioni di materiale che dimostrino la rispondenza alle caratteristiche sopra descritte. Contemporaneamente l'Impresa dovrà indicare, per iscritto, le fonti di approvvigionamento, il tipo di lavorazione che intende adottare, il tipo e la consistenza dell'attrezzatura di cantiere che verrà impiegata.

I requisiti di accettazione verranno poi accertati con controlli dall'Ufficio di Direzione Lavori in corso d'opera, prelevando il materiale in sito già miscelato, prima e dopo effettuato il costipamento.

7.3 STRATI DI BASE

7.3.1 Generalità

Lo strato di base è costituito da un misto granulare di frantumato, ghiaia, sabbia ed eventuale additivo (secondo le definizioni riportate nell'art.1 delle norme C.N.R. sui materiali stradali - fascicolo IV/1953), impastato con bitume a caldo, previo preriscaldamento degli aggregati, steso in opera mediante macchina vibrofinitrice e costipato con rulli gommati, vibranti gommati e metallici.

7.3.2 Caratteristiche dei materiali

Inerti

I requisiti di accettazione dei materiali inerti impiegati nei conglomerati bituminosi per lo strato di base dovranno essere conformi alle prescrizioni contenute nel fascicolo IV delle norme C.N.R. - 1953, con l'avvertenza che la prova per la determinazione della perdita in peso sarà fatta col metodo Los Angeles secondo le norme B.U. C.N.R. n.34 (28.03.1973) anziché col metodo DEVAL.

L'aggregato grosso sarà costituito da frantumati (nella misura non inferiore al 30% della miscela degli inerti) e da ghiaie che dovranno rispondere al seguente requisito:

- perdita di peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature inferiore al 25%.

In ogni caso gli elementi dell'aggregato dovranno essere costituiti da elementi sani, duri, durevoli, a superficie ruvida, puliti ed esenti da polvere e da materiali estranei, inoltre non dovranno mai avere forma appiattita, allungata o lenticolare.

L'aggregato fino sarà costituito in ogni caso da sabbie naturali e di frantumazione (la percentuale di queste ultime non dovrà essere inferiore al 30% della miscela delle sabbie) che dovranno rispondere al seguente requisito:

- equivalente in sabbia determinato secondo norma B.U. C.N.R. n.27 (30.03.1972) superiore a 50.

Gli eventuali additivi, provenienti dalla macinazione di rocce preferibilmente calcaree o costituiti da cemento, calce idrata, calce idraulica, polveri d'asfalto, dovranno soddisfare ai seguenti requisiti:

- setaccio UNI 0.18 (ASTM n.80): % passante in peso: 100;
- setaccio UNI 0.075 (ASTM n.200): % passante in peso: 90.

La granulometria dovrà essere eseguita per via umida.

Bitume

Il bitume dovrà essere del tipo di penetrazione 60÷70.

Esso dovrà avere i requisiti prescritti dalle "Norme per l'accettazione dei bitumi" del C.N.R. - fasc. II/1951, per il bitume 60/80, salvo il valore di penetrazione a 25°C, che dovrà essere compreso fra 60 e 70 ed il punto di rammollimento, che dovrà essere compreso tra 47°C e 56°C. Per la valutazione delle caratteristiche di penetrazione, punto di rammollimento P.A., punto di rottura Fraas, duttilità e volatilità, si useranno rispettivamente le seguenti normative: B.U. C.N.R. n.24 (29.12.1971); B.U. C.N.R. n.35 (22.11.1973); B.U. C.N.R. n.43 (06.06.1974); B.U. C.N.R. n.44 (29.10.1974); B.U. C.N.R. n.50 (17.03.1976).

Il bitume dovrà avere inoltre un indice di penetrazione, calcolato con la formula appresso riportata, compreso fra -1,0 e +1,0:

$$\text{indice di penetrazione} = \frac{20u - 500v}{u + 50v}$$

dove:

$$u = (\text{temperatura di rammollimento alla prova "palla - anello" in } ^\circ\text{C}) - (25^\circ\text{C})$$

$$v = \log(800) - \log(\text{penetrazione bitume in mm a } 25^\circ\text{C})$$

Miscela

La miscela degli aggregati da adottarsi dovrà avere una composizione granulometrica contenuta nel seguente fuso:

| Serie livelli e setacci UNI | Passante % totale in peso |
|-----------------------------|---------------------------|
| Crivello 40 | 100 |
| Crivello 30 | 80÷100 |
| Crivello 25 | 70÷95 |
| Crivello 15 | 45÷70 |
| Crivello 10 | 35÷60 |
| Crivello 5 | 25÷50 |
| Setaccio 2,000 | 20÷40 |
| Setaccio 0,400 | 6÷20 |
| Setaccio 0,180 | 4÷14 |
| Setaccio 0,075 | 4÷8 |

Il tenore di bitume dovrà essere compreso tra il 3,5% e il 4,5% riferito al peso totale degli aggregati.

Il conglomerato dovrà avere i seguenti requisiti:

- il valore della stabilità Marshall - Prova B.U. C.N.R. n.30 (15.03.1973) eseguita a 60°C su provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia, dovrà risultare non inferiore a 7,0 kN (700 kgf); inoltre il valore della rigidità Marshall, cioè il rapporto tra la stabilità misurata in kgf e lo scorrimento misurato in mm, dovrà essere superiore a 250;
- gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall dovranno presentare una percentuale di vuoti residui compresa fra 4% e 7%.

I provini per le misure di stabilità e rigidità anzidette dovranno essere confezionati presso l'impianto di produzione e/o presso la stesa.

La temperatura di compattazione dovrà essere uguale o superiore a quella di stesa; non dovrà però superare quest'ultima di oltre 10°C.

7.3.3 Modalità esecutive

Il conglomerato sarà confezionato mediante impianti fissi automatizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte.

La produzione di ciascun impianto non dovrà essere spinta oltre la sua potenzialità per garantire il perfetto essiccamento, l'uniforme riscaldamento della miscela ed una perfetta vagliatura che assicuri una idonea riclassificazione delle singole classi degli aggregati; resta pertanto escluso l'uso dell'impianto a scarico diretto.

L'impianto dovrà comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare miscele del tutto rispondenti a quelle di progetto.

Il dosaggio dei componenti della miscela dovrà essere eseguito a peso mediante idonea apparecchiatura la cui efficienza dovrà essere costantemente controllata.

Ogni impianto dovrà assicurare il riscaldamento del bitume alla temperatura richiesta ed a viscosità uniforme fino al momento della miscelazione nonché il perfetto dosaggio sia del bitume che dell'additivo.

La zona destinata all'ammannimento degli inerti sarà preventivamente e convenientemente sistemata per annullare la presenza di sostanze argillose e ristagni d'acqua che possono compromettere la pulizia degli aggregati. Inoltre i cumuli delle diverse classi dovranno essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento nei predosatori eseguita con la massima cura.

Si farà uso di almeno 4 classi di aggregati con predosatori in numero corrispondente alle classi impiegate.

Il tempo di mescolazione effettivo sarà stabilito in funzione delle caratteristiche dell'impianto e dell'effettiva temperatura raggiunta dai componenti la miscela, in misura tale da permettere un completo ed uniforme rivestimento degli inerti con il legante; comunque esso non dovrà mai scendere al di sotto dei 20 secondi.

La temperatura degli aggregati all'atto della mescolazione dovrà essere compresa tra 150°C e 170°C, e quella del legante tra 150°C e 180°C, salvo diverse disposizioni della Direzione Lavori in rapporto al tipo di bitume impiegato.

Per la verifica delle suddette temperature, gli essiccatori, le caldaie e le tramogge degli impianti dovranno essere muniti di termometri fissi perfettamente funzionanti e periodicamente tarati.

L'umidità degli aggregati all'uscita dell'essiccatore non dovrà di norma superare lo 0,5%.

La miscela bituminosa verrà stesa sul piano finito della fondazione dopo che sia stata accertata dall'Ufficio di Direzione Lavori. La rispondenza di quest'ultima ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza indicati nei precedenti articoli relativi alle fondazioni stradali in misto granulare.

La posa in opera dei conglomerati bituminosi verrà effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici dei tipi approvati dalla Direzione Lavori, in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento.

Le vibrofinitrici dovranno comunque lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni, ed esente da difetti dovuti a segregazioni degli elementi litoidi più grossi.

Nella stesa si dovrà porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una strisciata alla precedente con l'impiego di due o più finitrici.

Qualora ciò non sia possibile, il bordo della striscia già realizzata dovrà essere spalmato con emulsione bituminosa per assicurare la saldatura della striscia successiva.

Se il bordo risulterà danneggiato o arrotondato si dovrà procedere al taglio verticale con idonea attrezzatura.

I giunti trasversali derivanti dalle interruzioni giornaliere dovranno essere realizzati sempre previo taglio ed asportazione della parte terminale di azzeramento.

La sovrapposizione dei giunti longitudinali tra i vari strati sarà programmata e realizzata in maniera che essi risultino fra di loro sfalsati di almeno cm 20 e non cadano mai in corrispondenza delle due fasce della corsia di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti.

Il trasporto del conglomerato dall'impianto di confezione al cantiere di stesa dovrà avvenire mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, efficienti e veloci e comunque sempre dotati di teloni di copertura per evitare i raffreddamenti superficiali eccessivi e formazioni di crostoni.

La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa, controllata immediatamente dietro la finitrice, dovrà risultare in ogni momento non inferiore a 130°C.

La stesa dei conglomerati dovrà essere sospesa quando le condizioni meteorologiche generali possono pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro; gli strati eventualmente compromessi (con densità inferiori a quelle richieste) dovranno essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti a carico dell'Impresa.

La compattazione dei conglomerati dovrà iniziare appena stesi dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza soluzione di continuità.

La compattazione sarà realizzata a mezzo di rulli gommati o vibrati gommati con l'ausilio di rulli a ruote metalliche, tutti in numero adeguato ed aventi idoneo peso e caratteristiche tecnologiche avanzate in modo da assicurare il raggiungimento delle massime densità ottenibili.

Al termine della compattazione lo strato di base dovrà avere una densità uniforme in tutto lo spessore non inferiore al 97% di quella Marshall dello stesso giorno, rilevata all'impianto o alla stesa. Tale valutazione sarà eseguita sulla produzione giornaliera secondo norma B.U. C.N.R. n.40 (30 marzo 1973), su carote di 15 cm di diametro; il valore risulterà dalla media di due prove.

Si avrà cura inoltre che la compattazione sia condotta con la metodologia più adeguata per ottenere uniforme addensamento in ogni punto ed evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso.

La superficie degli strati dovrà presentarsi priva di irregolarità ed ondulazioni. Un'asta rettilinea lunga 4 m posta in qualunque direzione sulla superficie finita di ciascuno strato dovrà aderirvi uniformemente.

Saranno tollerati scostamenti contenuti nel limite di 10 mm.

7.3.4 Prove di accettazione e controllo

L'Impresa ha l'obbligo di fare eseguire prove sperimentali sui campioni di aggregato e di legante, per la relativa accettazione.

L'Impresa è poi tenuta a presentare con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni e per ogni cantiere di confezione, la composizione delle miscele che intende adottare; ogni composizione proposta dovrà essere corredata da una completa documentazione degli studi effettuati in laboratorio, attraverso i quali L'Impresa ha ricavato la ricetta ottimale.

L'Ufficio di Direzione Lavori si riserva di approvare i risultati prodotti o di fare eseguire nuove ricerche. L'approvazione non ridurrà comunque la responsabilità dell'Impresa, relativa al raggiungimento dei requisiti finali dei conglomerati in opera.

Una volta accettata dall'Ufficio di Direzione Lavori la composizione proposta, l'Impresa dovrà ad essa attenersi rigorosamente comprovandone l'osservanza con esami giornalieri.

Non sarà ammessa una variazione del contenuto di aggregato grosso superiore a $\pm 5,0\%$ e di sabbia superiore a $\pm 3,0\%$ sulla percentuale corrispondente alla curva granulometrica prescelta, e di $\pm 1,5\%$ sulla percentuale di additivo.

Per la quantità di bitume non sarà tollerato uno scostamento dalla percentuale stabilita di $\pm 0,3\%$.

Tali valori dovranno essere soddisfatti dall'esame delle miscele prelevate all'impianto come pure dall'esame delle carote prelevate in sito.

In ogni cantiere di lavoro dovrà essere installato a cura e spese dell'Impresa un laboratorio idoneamente attrezzato per le prove ed i controlli in corso di produzione, condotto da personale appositamente addestrato.

In quest'ultimo laboratorio dovranno essere effettuate, quando necessarie, ed almeno con frequenza giornaliera:

- la verifica granulometrica dei singoli aggregati approvvigionati in cantiere e quella degli aggregati stessi all'uscita dei vagli di riclassificazione;

- la verifica della composizione dell'agglomerato (granulometria degli inerti, percentuale del bitume, percentuale di additivo) prelevando il conglomerato all'uscita del mescolatore o a quella della tramoggia di stoccaggio;
- la verifica delle caratteristiche di Marshall del conglomerato e precisamente: peso di volume (B.U. C.N.R. n.40 del 30.03.1973), media di due prove; percentuale di vuoti (B.U. C.N.R. n.39 del 23.03.1973), media di due prove; stabilità e rigidità Marshall.

Inoltre con la frequenza necessaria saranno effettuati periodici controlli delle bilance, delle tarature dei termometri dell'impianto, la verifica delle caratteristiche del bitume, la verifica dell'umidità residua degli aggregati minerali all'uscita dall'essiccatore ed ogni altro controllo ritenuto opportuno.

In cantiere dovrà essere tenuto apposito registro numerato e vidimato dall'Ufficio di Direzione Lavori sul quale l'Impresa dovrà giornalmente registrare tutte le prove ed i controlli effettuati.

In corso d'opera ed in ogni fase delle lavorazioni l'Ufficio di Direzione Lavori effettuerà, a sua discrezione, tutte le verifiche, prove e controlli, atti ad accertare la rispondenza qualitativa e quantitativa dei lavori alle prescrizioni contrattuali.

7.4 STRATI DI COLLEGAMENTO E DI USURA

7.4.1 Generalità

La parte superiore della sovrastruttura stradale sarà, in generale, costituita da un doppio strato di conglomerato bituminoso steso a caldo, e precisamente: da uno strato inferiore di collegamento (binder) e da uno strato superiore di usura, secondo quanto stabilito dagli elaborati di progetto.

Il conglomerato per ambedue gli strati sarà costituito da una miscela di pietrischetti, graniglie, sabbie ed additivi (secondo le definizioni riportate nell'art.1 delle "Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, della sabbia, degli additivi per costruzioni stradali" del C.N.R., fascicolo IV/1953), mescolati con bitume a caldo, e verrà steso in opera mediante macchina vibrofinitrice e compattato con rulli gommati e lisci.

7.4.2 Caratteristiche dei materiali

Inerti

Il prelievo dei campioni di materiali inerti, per il controllo dei requisiti di accettazione appresso indicati, verrà effettuato secondo le norme C.N.R., Cap. II del fascicolo IV/1953.

Per il prelevamento dei campioni destinati alle prove di controllo dei requisiti di accettazione così come per le modalità di esecuzione delle prove stesse, valgono le prescrizioni contenute nel fascicolo IV delle Norme CNR 1953, con l'avvertenza che la prova per la determinazione della perdita in peso sarà fatta col metodo Los Angeles secondo le norme B.U. C.N.R. n.34 (28 marzo 1973) anziché col metodo DEVAL.

L'aggregato grosso (pietrischetti e graniglie) dovrà essere ottenuto per frantumazione ed essere costituito da elementi sani, duri, durevoli, approssimativamente poliedrici, con spigoli vivi, a superficie ruvida, puliti ed esenti da polvere o da materiali estranei.

L'aggregato grosso sarà costituito da pietrischetti e graniglie che potranno anche essere di provenienza o natura petrografica diversa, purché alle prove appresso elencate, eseguite su campioni rispondenti alla miscela che si intende formare, risponda ai seguenti requisiti.

Per strati di collegamento:

- perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature secondo le norme ASTM C131 - AASHTO T96, inferiore al 25%;
- indice dei vuoti delle singole pezzature, secondo C.N.R., fascicolo IV/1953, inferiore a 0,80;
- coefficiente di imbibizione, secondo C.N.R., fascicolo IV/1953, inferiore a 0,015;
- materiale non idrofilo (C.N.R., fascicolo IV/1953).

Nel caso che si preveda di assoggettare al traffico lo strato di collegamento in periodi umidi od invernali, la perdita in peso per scuotimento sarà limitata allo 0,5%.

Per strati di usura:

- perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature secondo le norme ASTM C131 - AASHTO T96, inferiore od uguale al 20%;
- almeno un 30% in peso del materiale della intera miscela deve provenire da frantumazione di rocce che presentino un coefficiente di frantumazione minore di 100 e resistenza a compressione, secondo tutte le giaciture, non inferiore a 140 N/mm² (1400 kgf/cm²), nonché resistenza alla usura minima 0,6;
- indice dei vuoti delle singole pezzature, secondo C.N.R., fascicolo IV/1953, inferiore a 0,85;
- coefficiente di imbibizione, secondo C.N.R. fascicolo IV/1953, inferiore a 0,015;
- materiale non idrofilo (C.N.R., fascicolo IV/1953) con limitazione per la perdita in peso allo 0,5%.

L'aggregato fino sarà costituito in ogni caso da sabbie naturali o di frantumazione che dovranno soddisfare ai requisiti dell'art.5 delle Norme del C.N.R. predetto ed in particolare:

- equivalente in sabbia, determinato con la prova AASHTO T176, non inferiore al 55%;
- materiale non idrofilo (C.N.R., fascicolo IV/1953) con le limitazioni indicate per l'aggregato grosso. Nel caso non fosse possibile reperire il materiale della pezzatura 2÷5 mm necessario per la prova, la stessa dovrà essere eseguita secondo le modalità della prova Riedel-Weber con concentrazione non inferiore a 6.

Gli additivi minerali (fillers) saranno costituiti da polvere di rocce preferibilmente calcaree o da cemento, calce idrata, calce idraulica, polveri di asfalto e dovranno risultare alla setacciatura per via secca interamente passanti al setaccio n.30 ASTM e per almeno il 65% al setaccio n.200 ASTM.

Legante

Il bitume per gli strati di collegamento e di usura dovrà essere preferibilmente di penetrazione 60÷70 salvo diverso avviso dell'Ufficio di Direzione Lavori in relazione alle condizioni locali e stagionali e dovrà rispondere agli stessi requisiti indicati nel paragrafo relativo agli strati di base.

Miscela

Strato di collegamento (binder). La miscela degli aggregati da adottarsi per lo strato di collegamento dovrà avere una composizione granulometrica contenuta nel seguente fuso:

| Serie crivelli e setacci UNI | Passante % totale in peso |
|------------------------------|---------------------------|
| Crivello 25 | 100 |
| Crivello 15 | 65÷100 |
| Crivello 10 | 50÷80 |
| Crivello 5 | 30÷60 |
| Setaccio 2,000 | 20÷45 |
| Setaccio 0,400 | 7÷25 |
| Setaccio 0,180 | 5÷15 |
| Setaccio 0,075 | 4÷8 |

Il tenore di bitume dovrà essere compreso tra il 4% ed il 5,5% riferito al peso degli aggregati. Esso dovrà comunque essere il minimo che consenta il raggiungimento dei valori di stabilità Marshall e compattezza di seguito riportati.

Il conglomerato bituminoso destinato alla formazione dello strato di collegamento dovrà avere i seguenti requisiti:

- la stabilità Marshall eseguita a 60°C su provini costipati con 75 colpi di maglio per ogni faccia, dovrà risultare in ogni caso uguale o superiore a 9,0 kN (900 kgf). Inoltre il valore della rigidità Marshall, cioè il rapporto tra la stabilità misurata in kgf e lo scorrimento misurato in mm, dovrà essere in ogni caso superiore a 300. Gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall dovranno presentare una percentuale di vuoti residui compresa tra 3÷7%. La prova Marshall eseguita su provini che abbiano subito un periodo di immersione in acqua distillata per 15 giorni dovrà dare un valore di stabilità non inferiore al 75% di quello precedentemente indicato. Riguardo alle misure di stabilità e rigidità sia per i conglomerati bituminosi tipo usura che per quelli tipo binder, valgono le stesse prescrizioni indicate per gli strati di base.

Strato di usura. La miscela degli aggregati da adottarsi per lo strato di usura dovrà avere una composizione granulometrica contenuta nel seguente fuso:

| Serie crivelli e setacci UNI | Passante % totale in peso |
|------------------------------|---------------------------|
| Crivello 15 | 100 |
| Crivello 10 | 70÷100 |
| Crivello 5 | 43÷67 |
| Setaccio 2,000 | 25÷45 |
| Setaccio 0,400 | 12÷24 |
| Setaccio 0,180 | 7÷15 |
| Setaccio 0,075 | 6÷11 |

Il tenore di bitume dovrà essere compreso tra il 4,5% ed il 6% riferito al peso totale degli aggregati.

Il coefficiente di riempimento con bitume dei vuoti intergranulari della miscela addensata non dovrà superare l'80%; il contenuto di bitume della miscela dovrà comunque essere il minimo che consenta il raggiungimento dei valori di stabilità Marshall e compattezza di seguito riportati.

Il conglomerato dovrà avere i seguenti requisiti:

- resistenza meccanica elevatissima, cioè capacità di sopportare senza deformazioni permanenti le sollecitazioni trasmesse dalle ruote dei veicoli sia in fase dinamica che statica, anche sotto le più alte temperature estive, e sufficiente flessibilità per poter seguire sotto gli stessi carichi qualunque assestamento eventuale del sottofondo anche a lunga scadenza; il valore della stabilità Marshall (prova B.U. C.N.R. n.30 del 15 marzo 1973) eseguita a 60°C su provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia dovrà essere di almeno 10 kN (1000 kgf). Inoltre il valore della rigidità Marshall, cioè il rapporto tra la stabilità misurata in kgf e lo scorrimento misurato in mm, dovrà essere in ogni caso superiore a 300. La percentuale dei vuoti dei provini Marshall, sempre nelle condizioni di impiego prescelte, deve essere compresa fra 3% e 6%. La prova Marshall eseguita su provini che abbiano subito un periodo di immersione in acqua distillata per 15 giorni dovrà dare un valore di stabilità non inferiore al 75% di quelli precedentemente indicati;
- elevatissima resistenza all'usura superficiale;
- sufficiente ruvidezza della superficie tale da non renderla scivolosa;
- grande compattezza: il volume dei vuoti residui a rullatura terminata dovrà essere compreso fra 4% e 8%.

Ad un anno dall'apertura al traffico il volume dei vuoti residui dovrà invece essere compreso fra 3% e 6% e impermeabilità praticamente totale; il coefficiente di permeabilità misurato su uno dei provini Marshall, riferentesi alle condizioni di impiego prescelte, in permeamometro a carico costante di 50 cm d'acqua, non dovrà risultare inferiore a 10-6 cm/s.

Sia per i conglomerati bituminosi per strato di collegamento che per strato di usura, nel caso in cui la prova Marshall venga effettuata a titolo di controllo della stabilità del conglomerato prodotto, i relativi provini dovranno essere confezionati con materiale prelevato presso l'impianto di produzione ed immediatamente costipato senza alcun ulteriore riscaldamento. In tal modo la temperatura di costipamento consentirà anche il controllo delle temperature operative. Inoltre, poiché la prova va effettuata sul materiale passante al crivello da 25 mm, lo stesso dovrà essere vagliato se necessario.

7.4.3 **Modalità esecutive**

Valgono le stesse prescrizioni indicate per gli strati di base, salvo che per il tempo minimo di miscelazione effettiva che, con i limiti di temperatura indicati per il legante e gli aggregati, non dovrà essere inferiore a 25 secondi.

7.4.4 **Prove di accettazione e controllo**

Valgono le stesse prescrizioni indicate per gli strati di base.

8. OPERE DI PROTEZIONE SPONDALE

8.1 DIFESE IN MASSI NATURALI O ARTIFICIALI

8.1.1 Generalità

Le opere di protezione realizzate in massi sono caratterizzate da una berma di fondazione e da una mantellata di rivestimento della sponda. La berma sarà realizzata in maniera differente a seconda che il corso d'acqua presenti livelli d'acqua permanenti o sia interessato da periodi di asciutta. La mantellata dovrà essere sistemata faccia a vista, intasata con terreno vegetale e opportunamente seminata.

8.1.2 Caratteristiche dei materiali

I massi naturali utilizzati per la costruzione dell'opera dovranno corrispondere ai requisiti essenziali di compattezza, omogeneità e durabilità; dovranno inoltre essere esenti da giunti, fratture e piani di sfalsamento e rispettare i seguenti limiti:

- peso volumico: $\geq 24 \text{ kN/m}^3$ (2400 kgf/m⁴)
- resistenza alla compressione: $\geq 50 \text{ N/mm}^2$ (500 kgf/cm²)
- coefficiente di usura: $\leq 1.5 \text{ mm}$
- coefficiente di imbibizione: $\leq 5\%$
- gelività: il materiale deve risultare non gelivo

I massi naturali saranno di peso non inferiore a quanto prescritto negli elaborati di progetto, non dovranno presentare notevoli differenze nelle tre dimensioni e dovranno risultare a spigolo vivo e squadrati.

I massi artificiali, delle dimensioni definite in progetto, saranno costituiti da prismi cubici o parallelepipedi, realizzati con calcestruzzo avente resistenza caratteristica minima $R'_{bk} \geq 20 \text{ N/mm}^2$ (200 kgf/cm²). Le casseforme per il confezionamento dei massi devono essere di robustezza tale da non subire deformazioni sotto la spinta del calcestruzzo e devono avere dimensioni interne tali che i massi risultino delle dimensioni prescritte. Le pareti interne delle casseforme dovranno essere preventivamente trattate con opportuni preparati (disarmanti), al fine di evitare distacchi al momento del disarmo. L'Impresa dovrà predisporre casseforme in numero sufficiente per corrispondere adeguatamente alle esigenze di produzione e stagionatura dei massi.

I prismi andranno realizzati su terreno perfettamente spianato e battuto e saranno costruiti in file regolari, rettilinee e parallele fra loro, in modo da costituire una scacchiera, così da renderne facile la numerazione.

Il getto andrà effettuato in un'unica operazione senza interruzioni; il calcestruzzo dovrà essere versato nelle casseforme in strati non superiori a 20 cm di altezza ed ogni strato verrà accuratamente compresso con appositi pestelli ed opportunamente vibrato.

I massi artificiali dovranno rimanere nelle loro casseforme per tutto il tempo necessario ad un conveniente indurimento del calcestruzzo; lo smontaggio delle casseforme non potrà comunque avvenire prima che siano

trascorse 12 ore dall'ultimazione del getto. La movimentazione e la messa in opera dei prismi non potrà avvenire prima che siano trascorsi 28 giorni dalla data della loro costruzione e che siano state eseguite le prove di accettazione descritte nel seguito e le operazioni di contabilizzazione.

8.1.3 Modalità esecutive

I massi da impiegare dovranno essere approvvigionati a piè d'opera lungo il fronte del lavoro; la ripresa ed il trasporto del materiale al luogo di impiego dovranno essere fatti senza arrecare alcun danno alle sponde. Il materiale dovrà essere accostato con l'utilizzo di tavoloni o scivoloni, in grado di proteggere le opere idrauliche: è tassativamente vietato il rotolamento dei massi lungo le sponde.

Per lavori eseguiti in assenza di acqua, in corsi d'acqua soggetti ad asciutta, oppure, in condizioni di magra, con livelli d'acqua inferiori a 0.50 m, la berma sarà realizzata entro uno scavo di fondazione di forma prossima a quella trapezia.

I massi dovranno essere collocati in opera uno alla volta, in maniera che risultino stabili e non oscillanti e in modo che la tenuta della berma nella posizione più lontana dalla sponda sia assicurata da un masso di grosse dimensioni.

Se i lavori andranno eseguiti sotto il pelo dell'acqua, i massi saranno collocati alla rinfusa in uno scavo di fondazione delle dimensioni prescritte, verificando comunque la stabilità dell'opera.

Utilizzando massi artificiali, durante la posa, l'Impresa avrà cura di assicurare un adeguato concatenamento fra i vari elementi e dovrà assolutamente evitare danneggiamenti per urti. Gli elementi che si dovessero rompere durante le operazioni di posa andranno rimossi e sostituiti a cura e spese dell'Impresa.

La mantellata andrà realizzata a partire dal piede e procedendo verso l'alto. Le scarpate dovranno essere previamente sagomate e rifilate alla pendenza e alle quote prescritte per il necessario spessore al di sotto del profilo da realizzare a rivestimento eseguito.

Ciascun elemento dovrà essere posato in modo che la giacitura risulti stabile e non oscillante, indipendentemente dalla posa in opera degli elementi adiacenti; i giunti dovranno risultare sfalsati sia in senso longitudinale che in senso trasversale e dovranno essere tali da assicurare lo stretto contatto degli elementi fra loro senza ricorrere all'impiego di scaglie o frammenti.

Gli elementi costituenti i cigli di banchine saranno accuratamente scelti ed opportunamente lavorati con il martello, al fine di ottenere una esatta profilatura dei cigli.

Dovrà essere particolarmente curata la sistemazione faccia a vista del paramento lato fiume, in modo da fargli assumere l'aspetto di un mosaico grezzo, con assenza di grandi vuoti o soluzioni di continuità.

Se prescritto, le mantellate saranno intasate con terreno vegetale ed opportunamente seminate fino ad attecchimento della coltre erbosa.

8.1.4 Prove di accettazione e controllo

Prima di essere posto in opera, il materiale costituente la difesa dovrà essere accettato dalla D.L. che provvederà per ogni controllo a redigere un apposito verbale.

Dovrà essere eseguito almeno un controllo di accettazione per ogni cento metri lineari di difesa da realizzare: l'esito di tale controllo sarà vincolante per l'accettazione della partita relativa al suddetto tratto di opera.

Il controllo consisterà nella individuazione da parte della D.L., a suo insindacabile giudizio, di almeno trenta massi che dovranno essere singolarmente pesati.

La partita non verrà accettata se il peso di un solo masso verificato risulterà inferiore al peso minimo previsto in progetto.

Se la verifica avrà invece esito positivo, si procederà al prelievo di campioni da inviare ad un laboratorio ufficiale per l'esecuzione delle prove relative alla determinazione delle caratteristiche fisiche e meccaniche del materiale da porre in opera.

Le prove relative alla determinazione delle caratteristiche fisiche dei massi naturali (determinazione del peso specifico, del coefficiente di imbibizione e della gelività) saranno effettuate, a carico dell'Impresa, seguendo quanto riportato al Capo II delle *"Norme per l'accettazione delle pietre naturali da costruzione"* di cui al R.D. 16 novembre 1939, n° 2232; per le prove di resistenza meccanica (resistenza alla compressione e all'usura per attrito radente), si farà riferimento al Capo III della stessa normativa.

L'Impresa dovrà consegnare alla D.L. i certificati del laboratorio ufficiale relativi alle prove sopra indicate, che dovranno dimostrare il rispetto dei limiti imposti dal Capitolato. Se i risultati delle misure o delle prove di laboratorio non rispetteranno i limiti prescritti, il materiale, per la tratta sotto controllo, verrà scartato con totale onere a carico dell'Impresa.

Tutti gli oneri derivanti dalla necessità di eseguire le prove di accettazione saranno a carico dell'Impresa.

Per i massi artificiali le prove di accettazione e controllo saranno eseguite sulla base delle modalità contenute nell'allegato 2 del Decreto del Ministero dei Lavori Pubblici 14 febbraio 1992.

In particolare le metodologie di controllo da adottarsi saranno quelle previste per il "TIPO A".

I risultati delle suddette prove dovranno essere consegnati alla D.L. prima della messa in opera dei massi. Qualora i risultati delle prove fossero negativi, l'intera partita controllata sarà scartata con totale onere a carico dell'Impresa. La presenza di tutte le certificazioni previste nel presente paragrafo risulterà vincolante ai fini della collaudabilità dell'opera.

8.2 PROTEZIONI IN GABBIONI E MATERASSI METALLICI

8.2.1 Generalità

Il gabbione a scatola è un elemento a forma di prisma rettangolare con le pareti costituite da un'armatura di rete metallica fortemente zincata con maglie a doppia torsione, riempito di materiale lapideo di adatta pezzatura. Tutti i

bordi, sia del telo principale che delle testate, sono rinforzati con fili di ferro zincato di diametro maggiorato rispetto a quello della rete.

Il materasso metallico si differenzia dal gabbione per la forma, sempre parallelepipedica, ma caratterizzata da notevole ampiezza e piccolo spessore, e per la presenza di tasche tali da formare una struttura cellulare diaframmata.

8.2.2 Caratteristiche dei materiali

I gabbioni metallici dovranno essere fabbricati con rete metallica a doppia torsione in filo conforme alle UNI EN 10218.

Il filo costituente la rete metallica dovrà essere sottoposto a zincatura forte (Circolare C.S.LL.PP. n.2078/1962) oppure essere rivestito in lega ZN-AL (5%) (minimo 220 g/m²).

La tipologia del filo sottoposto a zincatura forte in alcune opere speciali avrà anche un rivestimento plastico in PVC o PE.

La rete costituente gli elementi dovrà avere maglie uniformi di dimensioni non superiori a 10*12 cm, dovrà essere esente da strappi e dovrà avere il perimetro rinforzato con filo di diametro maggiore rispetto a quello delle rete stessa, inserito nella trama della rete o ad essa agganciato meccanicamente in modo da impedire lo sfilamento e dare sufficiente garanzia di robustezza.

Le dimensioni trasversali della scatola costituente i gabbioni (altezza e larghezza) dovranno essere pari a 0,50*1,00 m oppure a 1,00*1,00 m. Per lunghezze della scatola superiori a 1,50 m si dovranno adottare gabbioni muniti di diaframmi e più precisamente: 1 diaframma per scatole di lunghezza pari 2 m, 2 diaframmi per scatole di lunghezza pari a 3 m e 3 diaframmi per scatole di lunghezza pari a 4 m.

I materassi metallici, realizzati con le modalità e sulla base delle normative già richiamate per i gabbioni, dovranno avere larghezza pari a 2,0 m, spessore pari a 23 cm o 30 cm e lunghezze di 4, 5 o 6 m; il numero di tasche dovrà essere pari ai metri di lunghezza. Il diametro del filo di ferro, sempre a forte zincatura, sarà pari 2,2 mm e la dimensione delle maglie, sempre a doppia torsione, pari a 6*8 cm.

Il materiale di riempimento dei gabbioni sarà costituito da pietrame di cava spaccato o da ciottolame di fiume preferibilmente di forma appiattita; in ogni caso le facce esterne dovranno essere eseguite con pietrame di cava di forma parallelepipedica e squadrata, così da risultare sistemate come un muro a secco, ben scagliato in modo da non lasciare vuoti. Il nucleo interno potrà eventualmente essere realizzato con ciottoli di fiume. Le dimensioni del pietrame e dei ciottoli non dovranno essere inferiori, in nessuna direzione, a 15 cm.

Per quanto riguarda i materassi metallici le dimensioni del materiale di riempimento non dovranno essere inferiori, in nessuna direzione, a 10 cm.

Il pietrame di riempimento utilizzati per la costruzione dell'opera dovranno corrispondere ai requisiti essenziali di compattezza, omogeneità e durabilità; dovranno inoltre essere esenti da giunti, fratture e piani di sfalsamento e rispettare i seguenti limiti:

| | |
|-------------------------------|---|
| massa volumica: | $\geq 24 \text{ kN/m}^3$ (2400 kgf/m ³) |
| resistenza alla compressione: | $\geq 80 \text{ Mpa}$ (800 kgf/cm ²) |
| coefficiente di usura: | $\leq 1,5 \text{ mm}$ |
| coefficiente di imbibizione: | $\leq 5\%$ |
| gelività: | il materiale deve risultare non gelivo |

8.2.3 Modalità esecutive

L'armatura metallica dei gabbioni o dei materassi dovrà essere aperta e distesa sul suolo, nel luogo di impiego ma, se possibile, fuori opera; verranno raddrizzate le pareti e le testate e verranno quindi effettuate le cuciture dei quattro spigoli verticali, con l'apposito filo, in modo da formare la scatola. Le cuciture saranno eseguite in modo continuo, passando il filo in tutte le maglie con un doppio giro ogni due maglie e prendendo, in tale operazione, i due fili di bordatura che si vengono a trovare a contatto.

Predisposto fuori opera un certo numero di gabbioni o dei materassi, ognuno già cucito nella sua forma di scatola, si porrà in opera un gruppo di elementi pronti, disponendoli secondo la sagoma prevista e, prima di effettuare il riempimento, collegandoli fra loro con solide cuciture lungo gli spigoli a contatto, da eseguirsi nello stesso modo indicato per la formazione delle scatole. Man mano che si aggiungono nuovi gruppi di gabbioni o materassi, si dovrà provvedere a che questi siano strettamente collegati con quelli già in opera: quanto detto vale anche tra i vari strati dei gabbioni in elevazione.

Il materiale di riempimento dovrà essere opportunamente sistemato nell'interno della scatola metallica in modo da ottenere sempre il minimo indice dei vuoti e con le indicazioni riportate nel paragrafo precedente; si dovrà in ogni caso porre la massima attenzione, durante la posa, per evitare lo sfiancamento delle pareti dell'elemento.

Durante il riempimento dei gabbioni si dovrà disporre nell'interno della scatola un certo numero di tiranti aventi la funzione di rendere solidali tra loro le pareti opposte dell'armatura metallica ed evitare, in caso di deformazione dell'opera o durante la fase di riempimento, un eccessivo sfiancamento delle scatole. I tiranti, orizzontali, saranno costituiti da pezzi di filo di ferro zincato, dello stesso tipo di quello usato per le cuciture, e verranno agganciati all'armatura metallica con una legatura abbracciante una maglia; i tiranti saranno messi in opera in senso trasversale alla scatola per agganciare le pareti opposte, o ad angolo fra due pareti adiacenti. Mediamente si dovranno mettere in opera da 4 a 6 tiranti per ogni m³ di gabbionata se gli elementi sono alti 1 m, da 2 a 4 tiranti per ogni m³ di gabbionata se gli elementi sono alti 0,5 m.

Ultimate le operazioni di riempimento, si procederà alla chiusura del gabbione o del materasso, abbassando il coperchio ed effettuando le dovute cuciture lungo i suoi bordi.

A causa di particolari condizioni locali, potrà risultare necessario, per l'esecuzione del lavoro, provvedere alla messa in opera dei gabbioni o dei materassi già predisposti, riempiti e cuciti. In questi casi, l'Impresa dovrà sottoporre all'accettazione dall'Ufficio di Direzione Lavori le modalità esecutive di posa che intenderà adottare, con l'indicazione dei macchinari e del numero di agganci che prevede di utilizzare.

Man mano che si poseranno i gabbioni o i materassi, si dovrà procedere al collegamento con gli elementi già in opera.

8.2.4 Prove di accettazione e controllo

I gabbioni ed i materassi metallici dovranno rispondere alle prescrizioni della Circolare del Consiglio Superiore dei LL.PP. N.2078 del 27 agosto 1962.

Prima della messa in opera degli elementi e per ogni partita ricevuta in cantiere, l'Impresa dovrà presentare all'Ufficio di Direzione Lavori il certificato di collaudo a garanzia della Ditta che ha fabbricato i gabbioni o i materassi, redatto a norma della circolare sopra citata, e corredato dalla certificazione di sistema qualità in conformità alle normative in vigore, ISO-EN 9002.

L'Ufficio di Direzione Lavori dovrà eseguire gli ulteriori accertamenti descritti nel seguito, le cui spese restano sempre a carico dell'Impresa.

Procederà dapprima alla ricognizione dei gabbioni o dei materassi per controllare che nei punti di torsione lo zinco non presenti sollevamenti o screpolature che ne consentano il distacco con il grattamento: se l'inconveniente si ripeterà per il 10% dei casi esaminati la partita sarà da scartare.

L'Ufficio di Direzione Lavori accerterà altresì il peso complessivo dei gabbioni o dei materassi, mediante pesatura a discrezione di campioni significativi, verificando la corrispondenza con le dichiarazioni del fornitore; se il peso risulterà inferiore, la partita sarà scartata.

Le prove relative alla determinazione delle caratteristiche fisiche del pietrame (determinazione del peso specifico, del coefficiente di imbibizione e della gelività) saranno effettuate, a carico dell' Impresa, seguendo quanto riportato al Capo II delle "Norme per l'accettazione delle pietre naturali da costruzione" di cui al R.D. 16 novembre 1939, n.2232; per le prove di resistenza meccanica (resistenza alla compressione e all'usura per attrito radente), si farà riferimento al Capo III della stessa normativa.

L'Impresa dovrà consegnare all'Ufficio di Direzione Lavori i certificati di un laboratorio ufficiale relativi alle prove sopra indicate, che dovranno dimostrare il rispetto dei limiti imposti.

Di tutte le operazioni di controllo, di prelievo e di verifica verranno redatti appositi verbali firmati in contraddittorio con l'Impresa; in mancanza di tali verbali, l'opera non potrà essere collaudata.

Resta comunque confermata la facoltà dell'Ufficio di Direzione Lavori di integrare la campagna di prove sopraindicate a propria discrezione in relazione alla tipologia, estesa e importanza dell'opera.

9. OPERE A VERDE

9.1 GENERALITÀ

Prima dell'inizio delle operazioni di sistemazione a verde, l'Impresa dovrà eseguire, con terreno agrario, le eventuali riprese di erosioni che si fossero nel contempo verificate; le riprese saranno profilate con l'inclinazione fissata dalle modine delle scarpate.

L'Impresa non potrà modificare i piani inclinati degli scavi e dei rilevati che, anche dopo il rivestimento del manto vegetale, dovranno risultare perfettamente regolari e privi di buche, pedate od altro, compiendo a sua cura e spese, durante l'esecuzione dei lavori, e fino al collaudo, le riprese occorrenti per ottenere, nelle scarpate, una perfetta sistemazione.

In particolare si prescrive che, nell'esecuzione dei lavori di impianto, l'Impresa debba procedere in modo da non danneggiare i cigli del rilevato, mantenendo le scarpate con l'inclinazione posseduta ed evitando qualsiasi alterazione, anche prodotta dal pedonamento degli operai.

9.2 GARANZIA D'ATTECCIMENTO

La garanzia decorre dal momento della presa in consegna e la sua durata è fissata nei documenti dell'appalto.

L'Impresa si impegna a fornire una garanzia di attecchimento del 100% per tutte le piante e le aree inerbite, fino al termine del periodo manutentivo, a seguito del quale potrà essere rilasciato il collaudo tecnico amministrativo delle opere a verde.

9.3 PREPARAZIONE DEL TERRENO E SEMINA DEGLI ARGINI

9.3.1 Caratteristiche del terreno vegetale

La materia da usarsi per il rivestimento delle scarpate dei rilevati dovrà essere terreno agrario, vegetale, proveniente da scotico di aree a destinazione agraria da prelevarsi fino alla profondità massima di 1 metro. Dovrà essere a reazione neutra, sufficientemente dotato di sostanza organica e di elementi nutritivi, di medio impasto e comunque adatto a ricevere una coltura erbacea; esso dovrà risultare privo di ciottoli, detriti, radici ed erbe infestanti.

I concimi minerali semplici o complessi usati per le concimazioni dovranno essere di marca nota sul mercato nazionale, avere titolo dichiarato ed essere conservati negli involucri originali della fabbrica.

9.3.2 Modalità esecutive

Prima di effettuare qualsiasi impianto, o semina, l'Impresa dovrà effettuare una accurata lavorazione e preparazione agraria del terreno.

Sulle scarpate di rilevato la lavorazione del terreno dovrà avere il carattere di vera e propria erpicatura, eseguita però non in profondità, in modo da non compromettere la stabilità delle scarpate.

In pratica l'Impresa avrà cura di far lavorare il terreno a zappa, spianando eventuali leggere solcature, anche con l'eventuale riporto di terra vegetale, sì da rendere le superfici di impianto perfettamente profilate.

L'epoca di esecuzione dell'operazione è in relazione all'andamento climatico ed alla natura del terreno; tuttavia, subito dopo completata la profilatura delle scarpate, l'Impresa procederà senza indugio all'operazione di erpicatura, non appena l'andamento climatico lo permetta ed il terreno si trovi in tempera (40÷50% della capacità totale per l'acqua).

Con le operazioni di preparazione agraria del terreno, l'Impresa dovrà provvedere anche alla esecuzione di tutte le opere che si ritenessero necessarie per il regolare smaltimento delle acque di pioggia, come canalette in zolle, incigliature, od altro, per evitare il franamento delle scarpate o anche solo lo smottamento e la solcatura di esse.

Durante i lavori di preparazione del terreno, l'Impresa avrà cura di eliminare, dalle aree destinate agli impianti, tutti i ciottoli ed i materiali estranei che con le lavorazioni verranno portati in superficie.

Per le scarpate in scavo, la lavorazione del terreno, a seconda della consistenza del suolo potrà limitarsi alla creazione di buchette per la messa a dimora di piantine o talee, oppure alla creazione di piccoli solchetti, o gradoncini, che consentano la messa a dimora di piante o la semina di miscugli.

Qualsiasi opera del genere, tuttavia, sarà eseguita in modo tale da non compromettere la stabilità delle scarpate e la loro regolare profilatura.

In occasione del lavoro di erpicatura, e prima della semina, l'Impresa dovrà effettuare a sua cura e spese le analisi chimiche dei terreni in base alle quali eseguirà la concimazione di fondo, che sarà realizzata con la somministrazione di concimi minerali nei seguenti quantitativi:

- concimi fosfatici: titolo medio 18% - 0,8 N/mq (8 q per ettaro);
- concimi azotati: titolo medio 16% - 0,4 N/mq (4 q per ettaro);
- concimi potassici: titolo medio 40% - 0,3 N/mq (3 q per ettaro).

La somministrazione dei concimi minerali sarà effettuata in occasione della lavorazione di preparazione del terreno, di cui si è detto poco sopra.

Quando l'Ufficio di Direzione Lavori, in relazione ai risultati delle analisi dei terreni ed alle particolari esigenze delle singole specie di piante da mettere a dimora, ritenesse di variare tali proporzioni, l'Impresa sarà obbligata ad uniformarsi alle prescrizioni della medesima, senza che ciò costituisca titolo per indennizzi o compensi particolari.

Qualora il terreno risultasse particolarmente povero di sostanza organica, parte dei concimi minerali potrà essere sostituita da terricciati, o da letame ben maturo, da spandersi in modo uniforme sul terreno, previa rastrellatura di amminutamento e di miscelamento del letame stesso con la terra.

Ogni eventuale sostituzione dovrà essere autorizzata per iscritto dalla Direzione Lavori ed il relativo onere deve intendersi compreso nei prezzi unitari d'Elenco.

L'uso dei concimi fisiologicamente alcalini, o fisiologicamente acidi sarà consentito in terreni a reazione anomala, e ciò in relazione al pH risultante dalle analisi chimiche.

Oltre alla concimazione di fondo, l'Impresa dovrà effettuare anche le opportune concimazioni in copertura, impiegando concimi complessi e tenendo comunque presente che lo sviluppo della vegetazione e del manto di copertura dovrà risultare, alla ultimazione dei lavori ed alla data di collaudo, a densità uniforme, senza spazi vuoti o radure.

Le modalità delle concimazioni di copertura non vengono precisate lasciandone l'iniziativa all'Impresa, la quale è anche interessata all'ottenimento della completa copertura del terreno nel più breve tempo possibile e al conseguente risparmio dei lavori di risarcimento, diserbo, sarchiatura, ripresa di smottamenti ed erosioni, che risulterebbero più onerosi in presenza di non perfetta vegetazione, come pure ad ottenere il più uniforme e regolare sviluppo delle piante a portamento arbustivo.

I concimi usati, sia per la concimazione di fondo, sia per le concimazioni in copertura, dovranno venire trasportati in cantiere nella confezione originale della fabbrica e risultare comunque a titolo ben definito e, in caso di concimi complessi, a rapporto azoto-fosforo-potassio precisato.

Da parte della Direzione Lavori sarà consegnato all'Impresa un ordine di servizio nel quale saranno indicate le composizioni delle concimazioni di fondo, in rapporto al pH dei terreni, da impiegare nei vari settori costituenti l'appalto.

Prima della esecuzione delle concimazioni di fondo, l'Impresa è tenuta a darne tempestivo avviso all'Ufficio di Direzione Lavori, onde questa possa disporre per eventuali controlli d'impiego delle qualità e dei modi di lavoro.

Per le scarpate in scavo sistemate con piantagioni, la concimazione potrà essere localizzata.

Nella eventualità che lo spessore della terra vegetale e la sua natura non dessero garanzia di buon attecchimento e successivo sviluppo delle sementi, l'Impresa è tenuta ad effettuare la sostituzione del materiale stesso con altro più adatto alle esigenze dei singoli impianti.

Resta d'altronde stabilito che di tale eventuale onere l'Impresa ha tenuto debito conto nella offerta di ribasso.

9.3.3 **Caratteristiche delle sementi**

Per il seme l'Impresa è libera di approvvigionarsi dalle ditte specializzate di sua fiducia; dovrà però dichiarare il valore effettivo o titolo della semente, oppure separatamente il grado di purezza ed il valore germinativo.

L'Impresa dovrà fornire sementi selezionate e rispondenti esattamente a genere, specie e varietà richieste, sempre nelle confezioni originali sigillate e munite di certificato di identità ed autenticità con l'indicazione del grado di purezza e di germinabilità e della data di confezionamento e di scadenza stabiliti dalle leggi vigenti sulla certificazione E.N.S.E. (Ente Nazionale Sementi Elette)

Qualora il valore reale del seme fosse di grado inferiore a quello riportato dalle tavole della Marchettano, l'Impresa sarà tenuta ad aumentare proporzionalmente la quantità di seme da impiegare per unità di superficie.

L'Ufficio di Direzione Lavori, a suo giudizio insindacabile, potrà rifiutare partite di seme con valore reale inferiore al 20% rispetto a quello riportato dalle tavole della Marchettano nella colonna "buona semente" e l'Impresa dovrà sostituirle con altre che rispondano ai requisiti voluti.

9.3.4 **Modalità esecutive della semina**

A parziale modifica di quanto prescritto in precedenza per le concimazioni, all'atto della semina l'Impresa dovrà effettuare la somministrazione dei concimi fosfatici o potassici, nei quantitativi sopra indicati.

I concimi azotati invece dovranno venire somministrati a germinazione già avvenuta.

Prima della semina, e dopo lo spandimento dei concimi, il terreno dovrà venire erpicato con rastrello a mano per favorire l'interramento del concime.

Il quantitativo di seme da impiegarsi per ettaro di superficie di scarpate è prescritto in 0,12 N (120 kgf). I miscugli di sementi, da impiegarsi nei vari tratti da inerbiare, risultano dalla tabella seguente.

In particolare, i vari miscugli riportati nella tabella saranno impiegati nei diversi terreni a seconda delle caratteristiche degli stessi e precisamente:

- miscuglio n.1: in terreni di natura calcarea, piuttosto sciolti, anche con scheletro grossolano.
- miscuglio n.2: in terreni di medio impasto, tendenti al leggero, fertili.
- miscuglio n.3: in terreni di medio impasto, argillo-silicei, fertili.
- miscuglio n.4: in terreni pesanti, argillosi, piuttosto freschi.
- miscuglio n.5: in terreni di medio impasto, in clima caldo e secco.

Tipo di miscuglio

| Specie (N/m2) | 1° | 2° | 3° | 4° | 5° |
|----------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Lolium italicum o Lolium perenne | - | 0,023 | 0,014 | 0,030 | - |
| Arrhenatherum elatius | 0,030 | - | - | - | 0,020 |
| Dactylis glomerata | 0,003 | 0,025 | 0,014 | 0,012 | - |
| Trisetum flavescens | 0,007 | 0,005 | 0,003 | - | - |
| Festuca pratensis | - | - | 0,028 | 0,020 | - |
| Festuca rubra | 0,010 | 0,007 | 0,009 | 0,006 | - |
| Festuca Ovina | - | - | - | - | 0,006 |
| Festuca heterophylla | - | - | - | - | 0,009 |
| Phleum pratense | - | 0,007 | 0,007 | 0,012 | - |
| Alopecurus pratensis | - | 0,012 | 0,011 | 0,016 | - |
| Cynosurus cristanus | - | - | - | - | 0,003 |
| Poa pratensis | 0,003 | 0,023 | 0,018 | 0,004 | 0,002 |
| Agrostis alba | - | 0,006 | 0,004 | 0,004 | - |
| Anthoxanthum odoratum | - | - | - | - | 1,000 |
| Bromus erectus | - | - | - | - | 0,015 |
| Bromus inermis | 0,040 | - | - | - | 0,012 |
| Trifolium pratense | 0,008 | 0,005 | 0,006 | 0,004 | - |
| Trifolium repens | - | 0,007 | 0,004 | - | - |
| Trifolium hybridum | - | - | - | 0,006 | - |
| Medicago lupulina | 0,003 | - | - | - | 0,006 |
| Onobrychis sativa | - | - | - | - | 0,010 |
| Anthyllis vulneraria | 0,010 | - | - | - | 0,003 |
| Lotus corniculatus | 0,006 | - | 0,002 | 0,006 | 0,003 |
| Sommano: (N) | 0,120 | 0,120 | 0,120 | 0,120 | 0,120 |

Tipo di miscuglio

| Specie (kgf/ha) | 1° | 2° | 3° | 4° | 5° |
|----------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Lolium italicum o Lolium perenne | - | 23 | 14 | 30 | - |
| Arrhenatherum elatius | 30 | - | - | - | 20 |
| Dactylis glomerata | 3 | 25 | 14 | 12 | - |
| Trisetum flavescens | 7 | 5 | 3 | - | - |
| Festuca pratensis | - | - | 28 | 20 | - |
| Festuca rubra | 10 | 7 | 9 | 6 | - |
| Festuca Ovina | - | - | - | - | 6 |
| Festuca heterophylla | - | - | - | - | 9 |
| Phleum pratense | - | 7 | 7 | 12 | - |
| Alopecurus pratensis | - | 12 | 11 | 16 | - |
| Cynosurus cristanus | - | - | - | - | 3 |
| Poa pratensis | 3 | 23 | 18 | 4 | 2 |
| Agrostis alba | - | 6 | 4 | 4 | - |
| Anthoxanthum odoratum | - | - | - | - | 1 |
| Bromus erectus | - | - | - | - | 15 |
| Bromus inermis | 40 | - | - | - | 12 |
| Trifolium pratense | 8 | 5 | 6 | 4 | - |
| Trifolium repens | - | 7 | 4 | - | - |
| Trifolium hybridum | - | - | - | 6 | - |
| Medicago lupulina | 3 | - | - | - | 6 |
| Onobrychis sativa | - | - | - | - | 10 |
| Anthyllis vulneraria | 10 | - | - | - | 3 |
| Lotus corniculatus | 6 | - | 2 | 6 | 3 |
| Sommano: (kgf) | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 |

Prima dell'esecuzione dei lavori di inerbimento, da parte dell'Ufficio di Direzione Lavori sarà consegnato all'Impresa un ordine di servizio, nel quale sarà indicato il tipo di miscuglio da impiegarsi nei singoli tratti da inerbire.

Ogni variazione nella composizione dei miscugli dovrà essere ordinata per iscritto dall'Ufficio di Direzione Lavori.

Prima dello spandimento del seme, l'Impresa è tenuta a darne tempestivo avviso all'Ufficio di Direzione Lavori, affinché questa possa effettuare l'eventuale prelevamento di campioni e possa controllare la quantità e i metodi di lavoro.

L'Impresa è libera di effettuare le operazioni di semina in qualsiasi stagione, restando a suo carico le eventuali operazioni di risemina nel caso che la germinazione non avvenisse in modo regolare ed uniforme. La semina dovrà venire effettuata a spaglio a più passate per gruppi di semi di volume e peso quasi uguali, mescolati fra loro, e ciascun miscuglio dovrà risultare il più possibile omogeneo.

In alternativa ai miscugli di sementi sopra riportati, ove previsto dagli elaborati progettuali, sarà possibile utilizzare specie erbacee spontanee con spiccate caratteristiche ornamentali, comunemente dette wildflowers. L'utilizzo di tali specie permetterà di creare un prato fiorito che potrà interessare anche alcuni parti della copertura arginale.

Lo spandimento del seme dovrà effettuarsi sempre in giornate senza vento.

La ricopertura del seme dovrà essere fatta mediante rastrelli a mano e con erpice a sacco. Dopo la semina il terreno dovrà venire battuto col rovescio della pala, in sostituzione della normale operazione di rullatura. Analoga operazione sarà effettuata a germinazione avvenuta.

Le scarpate in rilievo o in scavo potranno venire sistemate mediante una semina eseguita con particolare attrezzatura a spruzzo, secondo le prescrizioni dell'Ufficio di Direzione Lavori e dove questa, a suo giudizio insindacabile, lo riterrà opportuno. La miscela da irrorare mediante idroseminatrici sarà composta da un miscuglio di sementi, concime organico, collanti e sostanze miglioratrici del terreno. Saranno impiegati gli stessi quantitativi di sementi e di concime sopra riportati, mentre i collanti dovranno essere in quantità sufficiente per ottenere l'aderenza dei semi e del concime alle pendici delle scarpate.

Dopo eseguito l'impianto, e fino ad intervenuto favorevole collaudo definitivo delle opere, L'Impresa è tenuta ad effettuare tutte le cure colturali che di volta in volta si renderanno necessarie, come sostituzione di fallanze, potature, diserbi, sarchiature, concimazioni in copertura, sfalci, trattamenti antiparassitari, ecc., nel numero e con le modalità richiesti per ottenere le scarpate completamente rivestite dal manto vegetale.

Dal momento della consegna l'Impresa dovrà effettuare gli sfalci periodici dell'erba esistente sulle aree da impiantare e sulle aree rivestite con zolle di prato. L'operazione dovrà essere fatta ogni qual volta l'erba stessa abbia raggiunto un'altezza media di cm 35.

Nel caso si dovessero realizzare aree a prato fiorito, per ottenere un'intensa fioritura, il primo sfalcio dovrà essere effettuato nei mesi di giugno-luglio, a fine fioritura; in questo caso l'altezza media del prato potrà raggiungere i 50-60 cm. Altezze più contenute dell'erba si potranno ottenere effettuando uno sfalcio primaverile (aprile) quando le piante iniziano a produrre gli assi fiorali; in questo modo si avrà una fioritura ridotta, ad un'altezza media di 30-40 cm. Sfalci troppo frequenti impediranno alla maggioranza delle specie di fiorire.

In tutti i casi le operazioni di sfalcio andranno fatte ad un'altezza non inferiore ai 5 cm.

L'erba sfalciata dovrà venire prontamente raccolta da parte dell'Impresa e allontanata entro 24 ore dallo sfalcio, con divieto di formazione di cumuli da caricare.

La raccolta ed il trasporto dell'erba e del fieno dovranno essere eseguiti con la massima cura, evitando la dispersione e pertanto ogni automezzo dovrà avere il carico ben sistemato e dovrà essere munito di reti di protezione del carico stesso.

È compreso nelle cure colturali anche l'eventuale annacquamento di soccorso delle piantine in fase di attecchimento, e pertanto nessun compenso speciale, anche per provvista e trasporto di acqua, potrà per tale operazione essere richiesto dall'Impresa, oltre quanto previsto nei prezzi di Elenco.

9.3.5 Prove di accettazione e controllo

Prima dell'esecuzione dei lavori l'Ufficio di Direzione Lavori controllerà la corrispondenza dei materiali a quanto prescritto in precedenza mediante prelievo di campioni. Durante l'esecuzione dei lavori controllerà altresì la correttezza dei metodi di lavoro.

L'Impresa, peraltro, deve garantire, indipendentemente dai materiali forniti e dal periodo delle lavorazioni, il completo attecchimento delle coltri erbose, che dovranno risultare prive di alcun tipo di vegetazione infestante o comunque diverso da quanto seminato. Qualora, in sede di collaudo, tali condizioni non dovesse verificarsi, l'Impresa, a sua cura e spese, è obbligata a ripetere tutte le operazioni necessarie per ottenere le prescrizioni di cui sopra.

9.4 REALIZZAZIONE OPERE A VERDE IN AREE PIANE E RIQUALIFICAZIONE AMBIENTALE

9.4.1 Preparazione del letto di semina e delle aree da piantumare

Al fine di ottenere un adeguato piano di semina e di piantumazione dovranno essere effettuate le operazioni di seguito riportate sinteticamente:

- pulizia del soprassuolo e sistematico allontanamento di tutti i materiali residui delle opere di cantierizzazione presenti nell'area;
- lavorazione del terreno fino alla profondità massima di 0,5 - 0,7 m; la profondità di lavorazione potrà variare in funzione delle condizioni strutturali del suolo, prevedendo interventi a profondità maggiori nelle aree in cui è presente una maggiore compattazione del terreno;
- fornitura e spandimento di ammendante organico, ove ritenuto necessario;
- affinamento del letto di semina mediante le adeguate operazioni su terreno precedentemente lavorato.

Le lavorazioni preliminari del terreno sopra indicate dovranno essere eseguite nei periodi idonei, con il terreno in tempera, evitando di danneggiarne la struttura.

Nel corso di questa operazione si dovranno rimuovere pietre e sassi di dimensioni considerevoli che potrebbero impedire la corretta messa a dimora di alberi ed arbusti.

9.4.2 Concimazione di fondo e localizzata

La fertilizzazione ha lo scopo primario di trattare il terreno per nutrire la pianta, pertanto la fertilizzazione deve basarsi soprattutto sull'apporto di ammendanti organici con l'obiettivo di mantenere in pareggio il bilancio umico. Un terreno è considerato "fertile" non solo quando è ricco di elementi, ma quando al suo interno sono ben bilanciate le caratteristiche fisiche, chimiche e biologiche; per eseguire la concimazione di fondo occorre quindi conoscere le dotazioni del terreno. Attraverso la concimazione di fondo si correggono poi le dotazioni naturali di elementi nutritivi contenuti nel terreno per rimediare ad eventuali carenze e creare una buona riserva di elementi nutritivi.

Dopo il secondo anno dalla messa a dimora dovranno essere eseguite concimazioni mirate qualora si verifichino fenomeni di locale scarso accrescimento, dopo aver analizzato campioni di terreno per accertare eventuali carenze di micro-meso e macro nutrienti.

9.4.3 Caratteristiche del materiale vegetale

Il materiale vegetale da fornire (sementi e piante) dovrà rispondere per genere, specie, compresa l'eventuale entità sottospecifica (varietà e/o cultivar) e dimensioni a quanto indicato nel Progetto.

Tutto il materiale da semina e da trapianto dovrà essere cartellinato, con chiara indicazione del genere e della specie di appartenenza.

Il reperimento in loco è sempre possibile avendo cura di selezionare il materiale che dovrà essere sano per quanto concerne la presenza di danni o malattie causati da fattori biotici e/o abiotici.

Le sementi dovranno essere contenute in imballaggi che devono riportare in modo chiaro e leggibile sul cartellino: la o le specie di appartenenza, le caratteristiche di germinabilità, di purezza e, quando richiesto, il numero di partita E.N.S.E. (Ente Nazionale delle Sementi Elette).

Nelle aree oggetto di piantumazione, in particolare in aree con sesti di impianto poco fitti, oppure in aree a macchia e radura, si prevede la realizzazione di una semina tra le fila ovvero nelle aree non piantumate. In questi casi, in alternativa ai classici miscugli di sementi, sarà possibile utilizzare specie erbacee spontanee con spiccate caratteristiche ornamentali, comunemente dette wildflowers.

Nelle azioni di recupero ambientale l'utilizzo di materiale genetico autoctono e di provenienza locale dovrà essere la norma da adottare al fine di non introdurre genotipi alloctoni. Attualmente l'attività di produzione e commercializzazione di piantine forestali è regolata dalla L.R. n. 10 del 06.07.2007, in attuazione al D.L. 10.11.2003 n. 386 "Attuazione della Direttiva 1999/105/CE relativa alla commercializzazione dei materiali forestali di moltiplicazione". La Regione Emilia Romagna assicura, attraverso la conduzione di vivai forestali regionali, la produzione e distribuzione di piante forestali.

Qualora il materiale vegetale provenga da strutture vivaistiche private, questo dovranno essere dislocate in zone limitrofe o comunque assimilabili, da un punto di vista fitoclimatico, a quelle d'impianto al fine di garantire la piena adattabilità del materiale alle caratteristiche pedo-climatiche del luogo d'impiego.

Dette strutture vivaistiche devono essere organizzate in modo da garantire:

- un'opportuna e mirata sperimentazione, per individuare, nell'ambito dei vari lavori, le caratteristiche genetiche (provenienza, varietà, cultivar, cloni brevettati, ecc.) ottimali, in funzione delle utilizzazioni specifiche;
- l'ottimizzazione delle tecniche di moltiplicazione e d'allevamento, finalizzate sempre al soddisfacimento degli scopi prefissi.

Le piante dovranno rispondere alle specifiche indicate nei documenti d'appalto e secondo quanto riportato nell'elenco prezzi, relativamente alle caratteristiche di altezza, volume del contenitore ed età.

In ogni caso: le piante originate da seme devono avere apparato radicale ben sviluppato, mentre le talee devono avere almeno due radici ben conformate; il fusto e le branche principali dovranno essere esenti da deformazioni, ferite, grosse cicatrici conseguenti ad urti, grandine, scortecciamenti, legature e ustioni da sole, capitozzature, monconi di rami tagliati male, danni meccanici in genere; dovranno inoltre essere esenti da attacchi (in corso o passati) di insetti, funghi, malattie crittogamiche o virus.

La chioma dovrà essere ben ramificata, uniforme ed equilibrata per simmetria e distribuzione delle branche principali e secondarie. L'apparato radicale dovrà presentarsi ben accestito, ricco di piccole ramificazioni e di radici capillari fresche e sane e privo di tagli.

Le talee dovranno pervenire da zone vicino all'area di intervento, nel caso in cui non vi sia la possibilità di rifornirsi nelle vicinanze andranno acquistate da vivaisti specializzati che dovranno certificare la provenienza autoctona e garantirne la qualità. Le talee dovranno essere raccolte nel periodo di riposo vegetativo e presentare le gemme laterali in perfette condizioni. Particolare cura dovrà essere posta ad evitare il loro disseccamento.

Si ribadisce infine che le piante dovranno essere autoctone e non devono appartenere a cultivar ornamentali o sterili.

Dalla data di aggiudicazione dei lavori la Ditta incaricata per la realizzazione delle opere di inserimento ambientale dovrà programmare la fornitura delle essenze, verificando la disponibilità delle specie vegetali nelle quantità di progetto presso vivaisti specializzati.

9.4.4 Periodo di semina e messa a dimora

La messa a dimora del postime dovrà essere effettuata preferenzialmente in autunno, ma non oltre la fine della stagione invernale per evitare i fenomeni di siccità che possono verificarsi nel periodo primaverile.

Tali fenomeni sono negativi ai fini del buon esito delle operazioni di messa a dimora, soprattutto per le specie più esigenti dal punto di vista idrico. Risulta inoltre indispensabile evitare le operazioni di messa a dimora durante i

periodi in cui le gelate risultano statisticamente più probabili (ovvero dalla 2a decade di dicembre alla 3a decade di gennaio).

Di seguito il calendario di massima delle più importanti operazioni colturali da effettuarsi per una migliore riuscita dell'impianto:

- 1) ottobre-novembre: messa a dimora e semina di tutte le specie compresa la posa di pali tutori e dei dischi pacciamanti;
- 2) febbraio-marzo: eventuale messa a dimora e semina di essenze che l'andamento meteorologico autunno - vernino dell'anno di impianto non ha permesso; successivamente alla ripresa vegetativa saranno eseguite, ove necessario, potature di formazione e verificate le eventuali fallanze, che saranno sostituite nel successivo periodo di riposo vegetativo;
- 3) settembre-ottobre degli anni successivi (2° e 3° anno): verifica della percentuale di attecchimento di tutte le essenze e risarcimento delle eventuali fallanze.

La Direzione dei lavori dovrà avvalersi, per le specifiche aree di competenza, di geologi, agronomi e/o forestali, laureati in scienze ambientali o naturali, di comprovata esperienza in materia di riqualificazione ambientale a carattere naturalistico, in grado di indirizzare puntualmente gli interventi seguendo la filosofia di sistemazione finale complessiva, definendo le eventuali modifiche ritenute necessarie in corso d'opera.

In fase di autorizzazione, devono essere individuati i tecnici di cui si avvalerà la Direzione lavori, i cui nominativi devono essere comunicati al Comune e alla Provincia con la denuncia di inizio lavori. Inoltre il Comune potrà incaricare un tecnico di propria fiducia per la supervisione delle opere di sistemazione finale.

9.4.5 Tracciamento e picchettamento

Prima della messa a dimora delle piante e dopo le operazioni di preparazione del letto di semina, la Ditta dovrà predisporre la picchettatura delle aree d'impianto, segnando la posizione nella quale dovranno essere eseguite le piantagioni singole (alberi, arbusti e altre piante segnalate in progetto) e tracciando sul terreno il perimetro delle piantagioni omogenee.

I picchetti che saranno utilizzati potranno essere in plastica o legno, con altezza pari a circa un metro, e dovranno essere opportunamente cartellinati o colorati in funzione della categoria delle essenze impiegate.

9.4.6 Apertura buche

Durante la messa a dimora delle piante si ricorrerà all'apertura di idonee buche, manualmente o con adeguato mezzo meccanico. In generale le buche dovranno avere larghezza almeno pari a una volta e mezzo rispetto a quelle del pane di terra, e una profondità corrispondente alle dimensioni della zolla.

Il terreno di impianto dovrà essere idoneo, per caratteristiche fisiche e chimiche, ad ospitare le specie prescelte; in caso contrario occorrerà apportare le opportune correzioni o ammendamenti.

Nella preparazione delle buche è necessario assicurarsi che nella zona in cui le piante svilupperanno le radici non ci siano ristagni di umidità e assicurare il corretto scolo delle acque superficiali.

9.4.7 **Messa a dimora delle piante**

Prima dell'esecuzione dei lavori la Direzione Lavori controllerà la corrispondenza dei materiali a quanto prescritto in precedenza mediante prelievo di campioni, al fine di evitare la messa a dimora di specie alloctone o esotiche.

L'eventuale uso di cloni dovrà essere esplicitato alla Direzione Lavori prima della messa a dimora.

Il materiale vivaistico da assoggettare a trapianto dovrà essere rimosso, trasportato e messo a dimora in assenza di vento, avendo cura di manipolare il postime in modo tale che le operazioni di trapianto avvengano nel minor tempo possibile dal momento dell'estirpo.

La Ditta avrà cura di approntare a piè d'opera il materiale vivaistico perfettamente imballato, in maniera da evitare fermentazioni e disseccamenti durante il trasporto. In ogni caso le piantine disposte negli imballaggi, qualunque essi siano (ceste, casse, involucri di ramaglie, iute, ecc.,) dovranno presentarsi in stato di completa freschezza e con vitalità necessarie al buon attecchimento, quindi dovranno risultare bene avvolte e protette da muschio, o da altro materiale, che consenta la traspirazione e respirazione, e non eccessivamente stipate e compresse.

Nell'eventualità che per avverse condizioni climatiche le piantine, approvvigionate a piè d'opera, non potessero essere poste a dimora in breve tempo, la Ditta avrà cura di liberare il materiale vivaistico ponendolo in opportune tagliole, o di provvedere ai necessari annacquamenti, evitando sempre che si verifichi la pregermogliazione delle talee o piantine. In tale eventualità le piantine, dovranno essere escluse dal piantamento.

Le radici delle piante dovranno essere inserite nella loro posizione naturale, non curvate o piegate, dopo aver asportato eventuali parti danneggiate

Una volta messe a dimora e assestatosi il terreno, le piante devono presentarsi perfettamente verticali, non inclinate; gli apparati radicali non dovranno presentare affioramenti e il colletto dovrà essere ben visibile e non interrato.

A riempimento ultimato, attorno alle piante dovrà mai essere formato un cumulo ma di dovrà realizzare una specie di conca o bacino per la ritenzione dell'acqua necessaria per favorire la ripresa della pianta e facilitare il costipamento e l'assestamento della terra attorno alle radici e alla zolla.

L'acqua da utilizzare per l'annaffiamento e la manutenzione non dovrà contenere sostanze inquinanti e sali nocivi oltre i limiti di tolleranza di fitotossicità relativa.

Nella esecuzione delle piantagioni, le distanze fra le varie piante o talee, indicate precedentemente, dovranno essere rigorosamente osservate. Nel caso la Direzione Lavori ritenga di dover modificare essenze o distanze di

messa a dimora diverse da quelle fissate in progetto, dovrà essere comunicato con ordine scritto, e si terrà conto, in aumento o in diminuzione ai prezzi di Elenco, della maggiore o minore quantità di piante adoperate, restando escluso ogni altro compenso alla Ditta.

9.4.8 Pali tutori

L'impiego di tutori è necessario al fine sostenere la nuova piantina in posizione verticale in quanto lo sviluppo delle radici nel terreno procede meglio se la pianta è mantenuta ben ferma in posizione verticale. Inoltre, il sostegno si oppone al movimento ondulatorio dovuto ai venti, che ne compromette la ripresa; l'utilizzo di questi elementi accessori permette di evitare costi onerosi e successivi ripristini della verticalità.

I pali dovranno avere idonee dimensioni proporzionali alla circonferenza e all'altezza di ciascuna essenza botanica (pali in bambù oppure in castagno trattato).

Le strutture di sostegno potranno essere rimosse al termine della 3° stagione vegetativa previa verifica dell'affrancamento della pianta.

9.4.9 Protezioni per i danni da animali

Per tutte le nuove essenze messe a dimora dovrà essere previsto l'impiego di uno *shelter* per la protezione delle giovani piantine da possibili danni arrecati da animali selvatici, inoltre l'impiego di *shelter* aiuterà ad individuare le piante più piccole durante le operazioni di sfalcio meccanico.

Al fine di proteggere le essenze più giovani da eventuali "colpi di calore", dovuti all'impiego di cilindri in plastica, è preferibile l'impiego di *shelter* retinati.

Tali protezioni dovranno essere ancorate al terreno mediante idonee strutture (ad es. picchetti o canne di bambù).

Le strutture di sostegno potranno essere rimosse al termine della 3° stagione vegetativa previa verifica dell'affrancamento della pianta.

9.4.10 Biodischi o pacciamatura

Nella realizzazione di nuovi impianti vegetazionali, la messa a dimora di uno strato pacciamante alla base degli alberi/arbusti risulta indispensabile al fine di ridurre l'insorgenza delle infestanti e di contenere l'evaporazione di acqua dal suolo, permettendo alle giovani piantine di fruire di una maggiore disponibilità idrica anche nel delicato momento dell'attecchimento.

Per tutte le essenze messe a dimora dovrà essere previsto l'impiego di biodischi di materiale naturale biodegradabile, al fine di risolvere problemi di locale aridità dei terreni e/o di grave presenza d'infestanti. Dovranno

essere impermeabili alla luce e al fine di garantire la durabilità per almeno due stagioni vegetative dovranno essere opportunamente ancorati al suolo tramite picchetti.

9.4.11 **Pulizia delle aree di intervento.**

Tutti i dispositivi impiegati per contenere le essenze da mettere a dimora e tutti i picchetti o gli elementi serviti per i tracciamenti al termine degli interventi di messa a dimora dovranno essere rimossi dall'area d'intervento.

9.4.12 **Collaudo**

Fino al collaudo tecnico amministrativo l'Impresa deve garantire, indipendentemente dai materiali forniti e dal periodo delle lavorazioni, il completo attecchimento delle piantine (100%). Qualora, in sede di collaudo, tali condizioni non dovessero verificarsi, l'Impresa, a sua cura e spese, è obbligata a ripetere tutte le operazioni necessarie per ottenere le prescrizioni di cui sopra.

10. CONDOTTE E TUBAZIONI

10.1 CONDOTTE PER IL CONVOGLIAMENTO DI ACQUA POTABILE

Per il convogliamento di acqua potabile verranno utilizzate condotte in polietilene ad alta densità PEAD per acquedotti conforme alle norme UNI 7611, IIP UNI 135, atossico e conforme alle disposizioni della Circolare n. 102 del 2,12,78 emessa dal Ministero della Sanità e s.m.i.. Le condotte andranno posate su uno strato di sabbia, rinfiancate e ricoperte sempre con sabbia con gli spessori indicati negli elaborati di progetto. Al di sopra della sabbia dovrà essere posto in opera un nastro segnalatore in materiale plastico di colore azzurro..

10.2 CONDOTTE PER L'ALLONTANAMENTO DI ACQUE REFLUE

Per le acque reflue si dovranno utilizzare condotte in PVC rigido per fognature e scarichi interrati conforme alle norme UNI EN 1401-1 diametro esterno come da disegni di progetto, serie SN 4 kN/mq SDR 41 codice - UD, fornite in barre da 6 metri, con giunto a bicchiere ed anello di tenuta elastomerico. Il letto di posa, il rinfianco e il ricoprimento dovrà avvenire con sabbia costipata secondo gli spessori definiti dai disegni di progetto. Al di sopra della sabbia dovrà essere posto in opera un nastro segnalatore in materiale plastico. La fornitura dovrà essere completa di tutti i pezzi speciali quali curve, raccordi, per dare il lavoro finito a regola d'arte.

10.3 CONDOTTE IN PVC PER LA REALIZZAZIONE DELL'AEROFORO

10.3.1 Generalità

Con particolare riferimento al manufatto C di progetto, al fine di permettere la corretta alimentazione d'aria alla vena sfiorante è prevista la realizzazione di una condotta di alimentazione (detta comunemente aeroforo) con due punti di alimentazione posti agli estremi della briglia (in corrispondenza dei muri laterali della vasca di dissipazione di valle) e numerose bocche di alimentazione disposte uniformemente lungo l'intera lunghezza della soglia di sfioro.

Gli estremi superiori delle colonne di alimentazione dovranno essere opportunamente ripiegate (a 180°) verso il basso.

La condotta andrà posizionata all'interno della briglia prima del getto, in corrispondenza dell'aggetto sfiorante, secondo quanto indicato nei disegni di progetto.

Si utilizzeranno esclusivamente condotte in PVC per fognature, del diametro di 800 mm, con bicchiere ed anello di tenuta elastomerico conforme alle norme UNI 1401, caratterizzate da una classe di rigidità minima pari a SN2.

Le bocche di rifornimento d'aria lungo la soglia, del diametro di 600 mm, verranno realizzate prevedendo la posa in opera, ogni 3 metri, di idonei raccordi a T anch'essi in PVC con le stesse caratteristiche delle condotte.

In ogni caso la condotta ed i relativi raccordi dovranno possedere una rigidità tale da sopportare, senza deformazione alcuna, il peso del calcestruzzo fresco durante le operazioni di getto. Prima delle operazioni di getto la condotta e le bocche di alimentazione dovranno essere adeguatamente fissate alle barre d'armatura per mantenerle in posizione durante la fase di getto del calcestruzzo.

In caso di negligenza da parte dell'Impresa che dovesse dare luogo, per qualsiasi motivo, a schiacciamento o deformazione delle condotte o dei raccordi costituenti l'aeroforo, l'Impresa stessa dovrà provvedere sua cura e spese alla demolizione dei getti effettuati, provvedere alla sostituzione delle condotte deformate e ripristinare i getti demoliti.

Sono compresi anche tutti gli oneri per la realizzazione di raccordi, curve, ecc. per dare la condotta di alimentazione dell'aria perfettamente funzionante secondo le prescrizioni e le indicazioni di progetto.

10.3.2 Caratteristiche tecniche

Tutte le condotte ed i raccordi da utilizzarsi per la realizzazione dell'aeroforo dovranno essere conformi alle seguenti specifiche tecniche:

- UNI EN1401: Tubi e raccordi di PVC rigido per condotte di scarico interrate (tipi, dimensioni e requisiti);
- UNI 7448: Tubi di PVC rigido (metodi di prova);
- UNI 7449: Raccordi e flange di PVC rigido (metodi di prova);
- UNI ISO/TR 7473: Tubi e raccordi di PVC rigido - Resistenza chimica nei confronti dei fluidi.

Altri riferimenti:

- ISO/DTR 7073: Raccomandazioni per la posa di condotte interrate di PVC(1983);
- ISO/TC 138/1062: Tubi in plastica non a pressione. Metodi di calcolo per tubi flessibili interrati.

I tubi ed i raccordi di PVC devono essere contrassegnati con il marchio di conformità **IIP (Istituto Italiano dei Plastici)** che ne assicura la rispondenza alle norme UNI. Il marchio **IIP**, di proprietà dell'Ente nazionale Italiano di Unificazione (UNI), è gestito dall'Istituto Italiano dei Plastici riconosciuto con **DPR n. 120 dell'1.2.75**.

10.4 TUBAZIONI PER DRENAGGI

Si potranno utilizzare, a seconda delle condizioni e delle necessità locali, tubazioni forate in calcestruzzo o in PVC rigido.

Le tubazioni forate in calcestruzzo semplice saranno prefabbricate, con giunti a maschio e femmina; il calcestruzzo utilizzato nella confezione delle tubazioni sarà di classe C1, con resistenza minima a 28 gg. di 30 N/mm² (300

kgf/cm²), con dosaggio del cemento minimo pari a 2.5 kN/m³ (250 kgf/m³) e con dimensione massima dell'inerte grosso pari a 1/4 dello spessore della parete del tubo.

Le tubazioni in PVC rigido UNI 1401, dovranno rispondere alle norme UNI 7447-75 ed alla raccomandazione IIP n.3 e saranno realizzate per estrusione secondo le norme UNI 7441-7448, con giunti a bicchiere o manicotto del tipo non scorrevole ottenuti mediante incollaggio.

Le tubazioni in calcestruzzo semplice e quelle in PVC dovranno essere posate con le modalità e le prescrizioni riportate nei disegni di progetto.

L'Impresa dovrà dimostrare all'Ufficio di Direzione Lavori che le tubazioni in calcestruzzo semplice e quelle in PVC corrispondono alle dimensioni ed alle prescrizioni sopra indicate. L'Ufficio di Direzione Lavori, se lo riterrà opportuno, potrà comunque ordinare delle prove di controllo da effettuarsi, a carico dell'Impresa, presso laboratori ufficiali.

11. OPERE IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO

11.1 GENERALITÀ

L'impresa dovrà attenersi, per l'esecuzione delle opere in calcestruzzo, alle "*Norme tecniche per le costruzioni*" alle quali devono uniformarsi le costruzioni in conglomerato cementizio, normale e precompresso, ed a struttura metallica, **emanate dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, con D.M. 14.01.2008 e relativa Circolare del 2 febbraio 2009, n. 617 "Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove Norme tecniche per le costruzioni"**.

La composizione della miscela del calcestruzzo sarà basata sui risultati di prove di laboratorio eseguite a cura dell'impresa e sotto la sua responsabilità.

L'impresa è tenuta a sottoporre preventivamente all'approvazione dall'ufficio di D.L. la composizione degli impasti e a concordare con essa durante il lavoro le eventuali variazioni necessarie che, comunque, non potranno costituire motivo per l'impresa di richiesta di sovrapprezzo.

11.2 CALCESTRUZZO

11.2.1 Caratteristiche dei materiali

11.2.1.1. Inerti

Gli aggregati dovranno essere conformi a quanto specificato dalla norma UNI 8520, la quale differenzia le loro caratteristiche in:

- fondamentali, che devono essere sempre soddisfatte dagli aggregati destinati alla
- confezione di calcestruzzi;
- aggiuntive, che devono essere verificate per particolari o specifici impieghi o a seguito di prescrizioni ulteriori.

Gli aggregati sono suddivisi in tre categorie di diverso livello qualitativo (A, B e C); un aggregato risulta di categoria A, B o C quando soddisfa tutti i requisiti fondamentali relativi a quella specifica categoria. Per un aggregato può essere richiesto di soddisfare per una specifica categoria una o più caratteristiche aggiuntive.

La scelta di un aggregato che soddisfi le categorie A o B è legata alla classe di esposizione della struttura cui è destinato il calcestruzzo:

- categoria A senza limitazioni per classi di esposizione;
- categoria B per classi di esposizione X0 e XC1 (UNI EN 206-1, prospetto 1);
- categoria C per calcestruzzi di classe di resistenza < C12/15 (UNI EN 206-1, prosp. 7).

Gli inerti per i calcestruzzi e le malte dovranno possedere i requisiti fissati nel R.D. 16.11.1939 n. 2229, D.M. 01.11.1959 n. 1363 ed altresì **rispondere alle caratteristiche di cui al D.M. 14.01.2008 e Circolare n°617 del 02.02.2009** nonché alla UNI 8520/2.

L'inerte fine dovrà essere costituito da sabbia naturale opportunamente selezionata e libera da particelle scagliose.

L'inerte grosso dovrà essere costituito da ghiaia naturale o pietrisco proveniente dalla frantumazione di adatto materiale roccioso.

In ogni caso, tutti gli inerti forniti dall'impresa saranno soggetti all'approvazione dell'ufficio di D.L. che potrà sottoporli a spese dell'impresa a tutte le prove che riterrà opportune.

La sabbia dovrà essere graduata secondo i seguenti limiti:

| <i>Lato del vaglio a foro quadrato</i> | <i>Percentuale passante</i> |
|--|-----------------------------|
| (mm) | (%) |
| 4.760 | 100 |
| 2.380 | 80 ÷ 100 |
| 1.190 | 50 ÷ 85 |
| 0.590 | 25 ÷ 60 |
| 0.297 | 10 ÷ 30 |
| 0.149 | 2 ÷ 10 |

Il modulo di finezza della sabbia dovrà aggirarsi attorno a 2,3 con scarti di +/- 20%.

L'inerte grosso dovrà essere graduato in peso secondo la seguente relazione:

$$P = 1002 \, d/D$$

ove P è la percentuale in peso che passa attraverso i setacci di maglia quadrata d, mentre D è il diametro massimo dell'inerte.

Il modulo di finezza della miscela sabbia-ghiaia potrà variare tra 5,5 e 7,5.

La raccolta dei materiali lavati e vagliati dovrà avvenire in appositi sili o depositi muniti di drenaggi per scolare l'eccesso di acqua.

Gli inerti saranno misurati normalmente a peso con tolleranze del 2 %, tenendo conto del grado di umidità degli stessi.

Per la sabbia, la somma della percentuale in peso delle sostanze nocive, quali argilla, mica, limo, deve essere minore o uguale al 5 %. Le sostanze organiche devono essere minori o uguali all'1%.

Per la ghiaia la percentuale di argilla e limo dovrà essere minore o uguale al 2 % in peso.

Gli inerti avranno una forma pressoché sferica o cubica e la percentuale delle particelle di forma allungata od appiattita non dovrà eccedere il 15 % in peso.

Gli inerti utilizzati dovranno essere non gelivi.

11.2.1.2. Cemento

Il cemento sarà sottoposto a cura e spese dell'impresa alle prove di accettazione stabilite dalle Norme di Legge sui leganti idraulici che dovranno possedere i requisiti stabiliti dalla Legge 26.05.1965 n. 595 (*"Caratteristiche tecniche e requisiti dei leganti idraulici"*), dal D.M. 14.01.1966, dal D.M. 03.06.1968 (*"Nuove norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova dei cementi"*), dal D.M. 31.08.1972 (*"Norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova degli agglomerati cementizi e delle calce idrauliche"*) e dal Decreto del Ministero dell'Industria n. 126 del 09.03.1988 e s.m.i..

Per quanto riguarda composizione, specificazione e criteri di conformità per i cementi comuni, si farà riferimento a quanto previsto dal D.M. 19 settembre 1993 che recepisce le norme unificate europee con le norme UNI ENV 197/1, nonché ai successivi aggiornamenti della norma UNI EN 197-1: 2001 *"Cemento – Composizione, specificazioni e criteri di conformità per cementi comuni"* ed UNI EN 197-2: 2001 *"Cemento – Valutazione della conformità"*.

Ogni partita di cemento effettivamente utilizzata dovrà essere accompagnata dal certificato di fabbrica attestante le caratteristiche del prodotto.

Il dosaggio di cemento dovrà essere fatto a peso.

Non sarà permesso mescolare fra di loro diversi tipi di cemento e per ciascuna struttura si dovrà impiegare un unico tipo di cemento.

La conservazione del cemento sciolto avverrà in appositi sili. Il cemento in sacchi sarà custodito in luogo coperto, secco e ventilato; in ogni caso il cemento non potrà restare in deposito più di 90 giorni; ogni 4 mesi si effettuerà lo svuotamento e la pulizia dei sili o dei depositi.

Il progetto in questione prevede l'utilizzo di cemento R42.5.

11.2.1.3. Acqua

L'acqua di impasto dovrà essere dolce, limpida e non contenere tracce di cloruri o solfati né sostanze organiche od oli minerali che possano compromettere la presa e l'indurimento del calcestruzzo o diminuirne le caratteristiche di resistenza, impermeabilità e durabilità o incrementandone l'aggressività verso i ferri di armatura. La torbidità dell'acqua non dovrà superare 2000 parti per milione e la concentrazione di SO_4 sarà inferiore a 0,05 %. Il dosaggio dell'acqua sarà fatto a volume tenendo conto dello stato igrometrico degli inerti e dovrà rispettare le indicazioni contenute negli elaborati progettuali.

11.2.1.4. Materiali per giunti

Per ottenere la tenuta idraulica fra strutture giunte e fra riprese di getti in calcestruzzo, si possono adottare nastri in PVC del tipo a parete o in gomma o in lamierino di rame, che dovranno essere posti in opera con particolari

precauzioni e, ove necessario, con interposizione di adatti materiali isolanti o sigillatura con speciali mastici e collanti.

I nastri ed i lamierini vanno giuntati incollando, vulcanizzando o saldando fra loro i vari elementi. In tutte le strutture in calcestruzzo in cui è previsto l'utilizzo di dispositivi di tenuta (in corrispondenza di giunti, ovvero di riprese di getto) il getto del calcestruzzo non potrà avvenire prima che la Direzione dei Lavori abbia verificato la corretta messa in opera di tutti i dispositivi di tenuta. Se ritenuto necessario, la D.L. potrà richiedere all'impresa appaltatrice (senza alcun onere aggiuntivo) il riposizionamento degli elementi di tenuta, ovvero la loro sostituzione qualora essi dovessero presentarsi degradati, ammalorati, ovvero non conformi alle caratteristiche riportate sugli elaborati di progetto.

Le modalità di esecuzione di tali giunzioni dovrà essere approvata dall'ufficio di D.L..

In corrispondenza dei giunti di dilatazione, sia a tenuta o meno, delle strutture in c.a. dove richiesto dall'ufficio di D.L. si possono posizionare lastre tipo Populit dello spessore di 2 cm, protette sulle facce contro il getto da eseguire con un foglio di cartone bitumato, oppure possono essere impiegati materiali inerti di riempimento quali cartonfeltro bitumato, polistirene espanso od altri materiali plastici di vari spessori.

Le superfici di contratto dei materiali devono essere perfettamente asciutte e lisce.

Tutti gli inserti a tenuta dovranno essere opportunamente fissati saldamente in vario modo per evitare, durante le operazioni di getto del calcestruzzo, spostamenti tali da comprometterne la funzionalità.

Water-stop bentonitico

Lungo il perimetro dei piani di ripresa di getto (sia verticali che orizzontali) necessari alla costruzione delle due nuove soglie di sfioro (7 ed 8) dovrà essere posizionato un cordolo water-stop idroespansivo a base bentonitica sodica naturale (vedi tavola MGSC 3008-3009).

Il cordolo idroespansivo, avente dimensione min. pari a 25 x 20 mm (b x h), deve essere applicato al supporto (piano di ripresa di calcestruzzo) mediante idonei dispositivi di fissaggio forniti dalla ditta produttrice, in modo da rimanere aderente al supporto in posizione corretta nelle fasi di getto del calcestruzzo.

Il cordolo sarà posizionato in modo continuativo tra i ferri di armatura e con un bordo di contenimento di 8 cm rispetto alla superficie esterna del getto.

Le giunzioni saranno realizzate affiancandole per un tratto sufficiente sullo stesso piano ma evitando la sovrapposizione.

Si dovranno seguire, comunque, tutte le indicazioni riportate dalle ditte costruttrici nelle schede tecniche dei prodotti.

Water-stop in PVC

Lungo il perimetro del piano verticale coincidente con i giunti di dilatazione strutturali esistenti nel corpo diga tra i conci 19 - 20 e 20 - 21, dovrà essere posizionato un profilato impermeabile in resina vinilica termo-plastica atto a garantire la perfetta tenuta all'acqua dei giunti medesimi in corrispondenza della rea-lizzazione delle nuove soglie di sfioro 7 ed 8; essi saranno posizionati tra i due distinti getti di ricostruzione della soglia fissandoli per metà della sua larghezza alla parte di soglia in lavorazione e lasciando risvoltata, per essere poi ripresa la rimanente parte nel getto del concio adiacente. Dopo il getto della prima sezione del calcestruzzo e del successivo disarmo si ripiegherà la seconda parte di profilato per essere annegata nella seconda parte del getto.

Il giunto in PVC deve essere caratterizzato da capacità di assorbimento delle sollecitazioni meccaniche ed idrauliche, possedere ottima elasticità, elevata resistenza all'invecchiamento. La miscela utilizzata per la produzione del profilato avrà le seguenti caratteristiche:

- materiale costituente: cloruro di polivinile (PVC);
- peso specifico: 1.3 g/cm^3 ;
- durezza shore a $+20 \text{ }^\circ\text{C}$: > 65 ;
- resistenza a trazione a $+20 \text{ }^\circ\text{C}$: $\geq 12.17 \text{ N/mm}^2$;
- allungamento a rottura: $\geq 30\%$;
- limiti di temperatura di impiego: da $-37 \text{ }^\circ\text{C}$ a $+55 \text{ }^\circ\text{C}$.

Dovrà avere larghezza totale superiore a 20 cm e profilo piatto caratterizzato da un O-Ring centrale e da una sequenza di lamine trasversali (tipo Sika serie N, profilo O.25 o equivalente), annegato a circa 4-5 cm sotto la superficie di getto. Successivamente al disarmo si procederà ad eseguire taglio del calcestruzzo con mola a smeriglio in corrispondenza del sottostante giunto (facendo attenzione a non danneggiare il sottostante elemento di tenuta) ed alla successiva sigillatura con inserimento di profilo in PVC di mm 2 circa.

Al fine di garantire una corretta tenuta idraulica è prevista la messa in opera di water-stop in PVC con caratteristiche del tutto analoghe a quelle sopra descritte, anche in corrispondenza dei giunti di dilatazione di tutti i muri delle due vasche di dissipazione (con una distanza massima fra due giunti non superiore a 15 m), non-ché lungo le lastre al piede della diga in corrispondenza dei giunti strutturali esistenti tra conci adiacenti.

11.2.1.5. Additivi

Allo scopo di modificare le proprietà del calcestruzzo, in modo tale da migliorare e rendere più facile ed economica la sua posa in opera, rendere le sue prestazioni più adatte all'opera da eseguire, migliorare la sua durabilità, sarà possibile fare uso di additivi.

Gli additivi da impiegarsi nei calcestruzzi potranno essere:

- fluidificanti;
- acceleranti di presa;

- ritardanti di presa;
- impermeabilizzanti.

L'impiego di additivi dovrà essere preventivamente autorizzato dalla D.L., seguendo le istruzioni della casa produttrice per quanto riguarda dosature e modalità d'impiego. Potranno essere usati solo additivi di cui sia attestata la conformità, mediante idonea certificazione, alle norme UNI vigenti (UNI EN 934).

Il produttore di additivi dovrà esibire:

- risultati provenienti da un'ampia sperimentazione pratica sul tipo e la dose dell'additivo da usarsi;
- prove di un laboratorio ufficiale che dimostrino la conformità del prodotto alle vigenti disposizioni.

Il produttore dovrà garantire la qualità e la costanza di caratteristiche dei prodotti finiti; inoltre, dovrà mettere a disposizione, su richiesta, propri tecnici qualificati e specializzati nell'impiego degli additivi, per la risoluzione dei vari problemi tecnici connessi all'impiego degli stessi, in relazione alla migliore esecuzione delle opere.

Per il dosaggio, gli additivi in polvere saranno dosati in peso; quelli plastici o liquidi potranno essere dosati in peso od in volume con un limite di tolleranza del 3 % sul peso effettivo.

Fluidificanti

Al fine di migliorare la lavorabilità a pari contenuto d'acqua (o ridurre l'acqua di impasto a parità di lavorabilità), incrementare la resistenza alle brevi e lunghe stagionature, migliorare l'omogeneità degli impasti, al calcestruzzo di qualsiasi tipo e per qualsiasi uso potrà essere aggiunto un additivo fluidificante e incrementatore delle resistenze meccaniche, nella misura di $0,15 \div 0,40 \text{ cm}^3$ per N di cemento ($150 \div 400 \text{ cm}^3$ per quintale di cemento).

Gli additivi fluidificanti verranno aggiunti ad un normale impasto di calcestruzzo per ottenere un calcestruzzo reoplastico caratterizzato da un'elevata lavorabilità, bleeding bassissimo, ottime resistenze meccaniche, elevata durabilità e basso ritiro.

Come additivo fluidificante può essere usato un additivo di tipo aerante a base di sostanze tensioattive che verrà impiegato nella misura di $0,03 \div 0,10 \text{ cm}^3$ per N di cemento ($30 \div 100 \text{ cm}^3$ per quintale di cemento). La prova del contenuto d'aria sarà eseguita con il metodo UNI 12350.

Il dosaggio sarà fatto nella misura di $1,5 \text{ cm}^3$ per N di cemento (1,5 litri per quintale di cemento); dosaggi diversi sono possibili in relazione alle specifiche condizioni di lavoro.

Detto componente dovrà impartire al calcestruzzo le seguenti caratteristiche:

- a parità di rapporto a/c dovrà produrre un aumento di slump di $18 \div 20 \text{ cm}$. Questa caratteristica verrà determinata secondo il metodo UNI 12350, partendo da un calcestruzzo avente slump iniziale di $2 \div 3 \text{ cm}$;
- per valori di slump da 20 a 25 cm dovrà presentare un bleeding (quantità di acqua essudata, UNI 7122-72) inferiore a $0,05 \text{ cm}^3/\text{cm}^2$;

- il valore dello slump dopo un'ora di trasporto in autobetoniera, non dovrà ridursi più del 50 % (a temperatura ambiente di circa 20 °C).

Acceleranti di presa

Per l'esecuzione di getti nella stagione fredda, e nella prefabbricazione, o in tutte le situazioni in cui è richiesto uno sviluppo di resistenza molto elevato specialmente alle brevi stagionature, si potranno usare, su approvazione e/o ordine della D.L., gli additivi acceleranti di presa per ottenere un calcestruzzo caratterizzato da elevata lavorabilità, bleeding bassissimo, elevata durabilità e basso ritiro.

L'additivo verrà mescolato nel calcestruzzo normale nella misura di 2,5 cm³ per N di cemento (2,5 litri per quintale di cemento).

Dosaggi diversi sono possibili in relazione alle specifiche condizioni di lavoro.

Detto componente impartirà al calcestruzzo le seguenti caratteristiche:

- a parità di rapporto a/c dovrà produrre un aumento di slump di 18÷20 cm. Questa caratteristica verrà determinata secondo il metodo UNI 12350, partendo da un calcestruzzo avente slump iniziale di 2÷3 cm;
- per valori di slump da 20 a 25 cm dovrà presentare un bleeding (quantità di acqua essudata, UNI 7122) inferiore a 0,05 cm³/cm².

Ritardanti di presa

Per l'esecuzione dei getti di grandi dimensioni, per getti in climi caldi, per lunghi trasporti, per calcestruzzo pompato e in genere nelle situazioni in cui è richiesta una lunga durata della lavorabilità, si userà un calcestruzzo caratterizzato da elevata lavorabilità, bleeding bassissimo, ottime resistenze meccaniche, elevata durabilità e basso ritiro: detto calcestruzzo verrà ottenuto aggiungendo ad un normale impasto di cemento, inerti ed acqua, un componente per calcestruzzo reoplastico, nella misura di 1,5 cm³ per N di cemento (1,5 litri per quintale di cemento); dosaggi diversi sono possibili in relazione alle specifiche condizioni di lavoro.

Detto componente dovrà impartire al calcestruzzo le seguenti caratteristiche:

- a parità di rapporto a/c dovrà produrre un aumento di slump di 18÷20 cm. Questa caratteristica verrà determinata secondo il metodo UNI 12350, partendo da un calcestruzzo avente slump iniziale di 2÷3 cm;
- per valori di slump da 20 a 25 cm dovrà presentare un bleeding (quantità di acqua essudata, UNI 7122) inferiore a 0,05 cm³/cm²;
- il valore dello slump dopo un'ora di trasporto in autobetoniera a temperatura ambiente non dovrà ridursi di più di 2 cm.

Impermeabilizzanti

Il calcestruzzo destinato a strutture che in relazione alle condizioni di esercizio debbano risultare impermeabili, dovrà:

- presentare a 7 giorni un coefficiente di permeabilità inferiore a 10^{-9} cm/s;
- risultare di elevata lavorabilità, così da ottenere getti compatti e privi di porosità microscopica;
- presentare un bleeding estremamente modesto in modo da evitare la presenza di strati di calcestruzzo arricchiti di acqua e pertanto porosi e permeabili.

I requisiti di cui al punto precedente verranno ottenuti impiegando dei calcestruzzi caratterizzati da elevata lavorabilità (slump 20 cm), bleeding bassissimo, ottime resistenze meccaniche, elevata durabilità e basso ritiro, ottenuti aggiungendo ad un normale impasto di cemento un superfluidificante tale da conferire caratteristiche reoplastiche al calcestruzzo, con almeno 20 cm di slump (in termini di cono di Abrams), scorrevole ma al tempo stesso non segregabile ed avente lo stesso rapporto a/c di un calcestruzzo senza slump (2 cm) non additivato inizialmente.

Il rapporto a/c deve essere $0,42 \pm 0,44$ in modo tale da conferire una perfetta impermeabilità del getto (in corrispondenza di tale rapporto, parlando in termini di coefficiente di Darcy, questo deve essere dell'ordine di 10^{-12}).

In termini di tempo di lavorabilità, il superfluidificante deve essere in grado di conferire al calcestruzzo una lavorabilità di 1 ora alla temperatura di 20 °C; in termini di slump, dopo un'ora il valore dello slump non dovrà ridursi più del 50 %.

Sempre a riguardo della impermeabilità il calcestruzzo dovrà presentare un bleeding inferiore a $0,05 \text{ cm}^3/\text{cm}^2$, in modo da evitare la presenza di strati di calcestruzzo arricchiti d'acqua e, pertanto, porosi e permeabili.

11.2.2 Classificazione dei calcestruzzi

Il calcestruzzo è classificato in base alla resistenza caratteristica cubica a compressione (R_{ck}) dopo 28 giorni di stagionatura; i dosaggi di cemento indicati negli elaborati progettuali hanno valore di contenuto minimo accettabile e, pertanto, l'impresa non potrà in nessun caso dosare i calcestruzzi con quantità di cemento inferiore a quelli indicati.

Il progetto prevede l'utilizzo delle seguenti classi di conglomerato cementizio.

| | |
|---|--|
| Briglia ed elementi snelli in elevazione | XC3, S4, Rck 35 MPa XC3, S4, Rck 40 MPa |
| Manufatti principali | S3, Rck 25 MPa |
| Pile | XF4, S4, Rck 35 MPa |
| Fondazioni | XC2, S4, Rck 30 MPa |

La granulometria dell'impasto di calcestruzzo dovrà essere preventivamente sottoposta all'approvazione della Direzione dei lavori e studiata in modo tale da ottenere la resistenza di cui alla tabella sopra riportata.

Il rapporto acqua-cemento sarà specificatamente indicato negli elaborati progettuali, oppure sarà oggetto di una serie di prove preventive che l'Appaltatore svolgerà sotto il controllo dell'ufficio di D.L..

I rapporti fissati dovranno essere strettamente rispettati durante tutti i lavori.

La classe di consistenza (o lavorabilità) approvata dall'ufficio di D.L. sarà costantemente controllata durante il corso dei lavori e potrà variare a discrezione dell'ufficio di D.L. per migliorare la qualità dei calcestruzzi.

Il *mix design* del calcestruzzo, sia come curva granulometrica degli aggregati sia come tipo e quantitativi di additivi in relazione al legante utilizzato, dovrà necessariamente tenere conto delle esigenze di trasporto, ovvero dei tempi intercorrenti tra la composizione e miscelazione all'impianto di betonaggio e la messa in opera dello stesso. Il *mix design* di progetto dovrà garantire, inoltre, la corretta classe di lavorabilità in funzione delle modalità di messa in opera, della densità di armatura, della temperatura esterna all'atto del getto.

Prima di procedere all'esecuzione di opere in conglomerato cementizio dovrà essere effettuato a cura e spese dell'Appaltatore uno studio per definire in dettaglio tutte le caratteristiche dei materiali da impiegare, nonché la composizione e le modalità di confezionamento del calcestruzzo atte a realizzare, negli impianti di betonaggio di effettivo utilizzo, i tipi di conglomerato previsti in progetto.

Si dovrà procedere alla determinazione della resistenza a compressione ed a trazione (mediante prova indiretta o brasiliana) del conglomerato cementizio dopo 7 e 28 giorni di maturazione.

Lo studio per la definizione del mix-design delle miscele dovrà essere consegnato al Direttore dei Lavori almeno 30 giorni prima dell'inizio effettivo dei getti. Alla relazione dovranno essere allegati:

- certificati delle prove sugli inerti (analisi petrografica o litomineralogica, con ricerca delle impurità e delle parti friabili; misura del peso specifico; resistenze meccaniche-compressione e frantumazione; resistenza al gelo; analisi chimica con ricerca delle sostanze che possono reagire negativamente con il cemento; curve granulometriche);

- certificato di analisi delle caratteristiche chimico-fisiche delle acque di impasto e dell'acqua dell'invaso, con indicazione, tra l'altro, del residuo secco a 110 °C, del pH a 25 °C, della durezza, del tenore di solfati e cloruri;
- certificati delle prove di resistenza dopo 7 e 28 giorni di maturazione sui diversi tipi di conglomerato;
- certificati delle prove di permeabilità, ritiro e resistenza al gelo dei diversi tipi di conglomerato;
- certificati di fabbrica dei cementi con indicazione del calore di idratazione, finezza di macinazione, peso specifico reale, tempi di presa, resistenza della malta normale di cemento a 3, 7, 28 e 90 giorni;
- ulteriori certificati ritenuti necessari dal Direttore dei Lavori.

La relazione dovrà specificare, inoltre, il grado di consistenza di accettazione del calcestruzzo fresco, che dovrà essere verificata sul luogo del getto mediante la prova di abbassamento al cono – *slump test* (UNI EN 12350-2:2001, ex UNI 9418:1998).

Le caratteristiche dei materiali da impiegare, la composizione e le modalità di confezionamento dei vari tipi conglomerati, approvate dalla Direzione dei Lavori, non potranno essere in alcun modo variate dall'Appaltatore in corso d'opera, salvo aggiornamento dello studio preliminare.

La citata relazione sulla definizione del mix-design delle miscele di calcestruzzo dovrà essere trasmessa in duplice copia, completa dei certificati sopra citati.

11.2.3 **Modalità esecutive**

11.2.3.1. Impianto di betonaggio

L'impianto di betonaggio, salvo casi particolari e ad insindacabile giudizio dall'ufficio di D.L., deve essere fatto con mezzi meccanici idonei e con l'impiego di impianti di betonaggio che abbiano in dotazione dispositivi di dosaggio e contatori, tali da garantire un accurato controllo della quantità dei componenti per come già specificato.

I componenti dell'impasto (cemento, inerti, acqua e additivi) debbono poter essere misurati a peso, o a volume per acqua ed additivi.

I dispositivi di misura del cemento, dell'acqua, degli additivi e delle varie classi degli inerti (sabbia fine, sabbia grossa, ghiaietto, ghiaia e ciottoli) debbono essere di tipo individuale. Solo quando approvato dall'ufficio di D.L., i dispositivi di misura possono essere di tipo cumulativo (peso delle varie classi con successione addizionale).

I depositi degli inerti per gli impianti di betonaggio devono essere separati per ogni tipo di inerte.

Si precisa che la centrale di betonaggio deve essere concepita in modo tale da garantire elevati standard qualitativi nel mantenimento delle caratteristiche di progetto degli impasti; una volta introdotto in centrale di betonaggio il quantitativo di acqua previsto dal mix design di progetto, l'impasto deve essere considerato "*chiuso*". Ovvero, oltre tale momento non sarà possibile per nessun motivo effettuare aggiunte di acqua, in quanto tali aggiunte si traducono in un deleterio scadimento incontrollato delle caratteristiche di resistenza meccanica di progetto del calcestruzzo.

11.2.3.2. Confezionamento del calcestruzzo

Il confezionamento dovrà essere eseguito con idonee modalità, in modo da ottenere un impasto di consistenza omogenea e di buona lavorabilità.

Gli aggregati saranno introdotti nelle betoniere tutti contemporaneamente, l'acqua sarà introdotta in modo che il suo tempo di scarico sia completato entro il 25 % del tempo di mescolamento.

Il tempo di mescolamento non sarà mai inferiore a 60" dal momento in cui tutti i materiali sono stati introdotti, per betoniere fino a 1 m³.

Per betoniere superiori, si prolungherà il tempo di mescolamento di 15" per ogni mezzo m³ addizionale.

La betoniera non dovrà essere caricata oltre la sua capacità nominale: in particolare, le betoniere dovranno essere accuratamente vuotate dopo ogni impasto, ed il calcestruzzo dovrà essere trasportato direttamente al luogo di impiego e ivi posto in opera.

L'impasto con autobetoniere dovrà essere portato a termine alla velocità di rotazione ottimale per l'impasto.

11.2.3.3. Trasporto del calcestruzzo

Il trasporto del calcestruzzo fresco dall'impianto di betonaggio alla zona del getto deve avvenire mediante sistemi che evitino separazione e perdita di materiali e che assicurino un approvvigionamento continuo del calcestruzzo.

Detti sistemi devono essere approvati dall'ufficio di D.L..

Il trasporto del calcestruzzo mediante veicoli non provvisti di dispositivo di agitazione sarà permesso solo se il tempo tra l'impasto e la messa in opera non superi 25 minuti.

Per periodi di tempo più lunghi, si dovrà provvedere al mescolamento continuo durante il trasporto.

La capacità dei veicoli dovrà essere uguale o un multiplo intero di quella della betoniera per evitare il frazionamento di impasti nella distribuzione.

Gli organi di scarico saranno tali da poter controllare la velocità e la quantità del getto; inoltre, nelle fasi di scarico la massima altezza di caduta libera del getto ammessa sarà inferiore a 1,50 m.

Particolare cura sarà rivolta al controllo delle perdite di acqua per evaporazione durante il trasporto a mezzo di autobetoniere; a questo scopo si controllerà la consistenza o la plasticità del calcestruzzo, con prelievi periodici a giudizio dall'ufficio di D.L..

Il calcestruzzo potrà essere trasportato anche mediante un impianto di pompaggio, il quale però deve essere sistemato in modo tale da assicurare un flusso regolare ed evitare l'intasamento dei tubi e la segregazione degli inerti.

La tubazione di adduzione dovrà essere piazzata in modo da evitare il più possibile l'ulteriore movimento del calcestruzzo.

Gli inconvenienti ed i ritardi che si verificassero nella messa a punto dell'impianto di pompaggio, anche dopo l'approvazione dall'ufficio di D.L., sono a carico dell'impresa che ne resta responsabile a tutti gli effetti.

11.2.3.4. Getto del calcestruzzo

L'impresa è tenuta ad informare l'ufficio di D.L. dell'esecuzione dei getti e potrà procedere nell'operazione solo previa ispezione ed autorizzazione dell'ufficio di D.L. ed in presenza di un rappresentante della stessa.

Inoltre, dovrà provvedere a che tutta l'attrezzatura sia sufficiente ad assicurare un'esecuzione di getto continua e senza interruzioni imputabili a ritardi di trasporto del calcestruzzo, ad insufficienza dei vibratori, a mano d'opera scarsa e male addestrata. In caso di lavoro notturno, sarà particolarmente curata l'illuminazione, specie per il controllo del getto in casseforme strette e profonde; l'impianto di illuminazione necessario sarà a carico dell'impresa.

Tutte le superfici dentro cui dovrà essere versato il calcestruzzo dovranno essere asciutte, esenti da detriti, terra od altro materiale nocivo e saranno approvate previamente dall'ufficio di D.L..

11.2.3.5. Temperatura di getto

Nel caso di getti in clima freddo (ovvero con temperatura dell'aria minore di + 5 °C) valgono le disposizioni e le prescrizioni della norma UNI 8981-4.

La posa in opera del calcestruzzo dovrà essere sospesa nel caso in cui la temperatura dell'impasto scenda al di sotto di + 5 °C.

Prima del getto ci si dovrà assicurare che tutte le superfici a contatto del calcestruzzo siano a temperatura di alcuni gradi sopra lo zero.

La neve ed il ghiaccio, se presenti, dovranno essere rimossi dai casseri, dalle armature, e dal sottofondo: per evitare il congelamento tale operazione dovrebbe essere eseguita immediatamente prima del getto.

I getti all'esterno dovranno essere sospesi se la temperatura dell'aria è minore di - 5 °C. Tale limitazione non si applica nel caso di getti in ambienti protetti o nel caso in cui vengano predisposti opportuni accorgimenti approvati dal Direttore dei lavori.

Nel caso, invece, di getti in clima caldo la temperatura dell'impasto non potrà superare i 35 °C.

Al fine di abbassare la temperatura dell'impasto potrà essere utilizzato ghiaccio, in sostituzione di parte dell'acqua di impasto, o gas refrigerante di cui sia garantita la neutralità nei riguardi delle caratteristiche del calcestruzzo e dell'ambiente.

Per ritardare la presa del cemento e facilitare la posa e la finitura del calcestruzzo, potranno essere impiegati additivi ritardanti, o fluidificanti ritardanti di presa, conformi alle norme UNI, preventivamente autorizzati dal Direttore dei lavori.

11.2.3.6. Esecuzione del getto

L'impresa dovrà assicurarsi e provvedere affinché tutta l'attrezzatura sia sufficiente ad assicurare un'esecuzione di getto continua e senza interruzioni imputabili a ritardi di trasporto od ad insufficienze di vibrazione e/o a mano d'opera scarsa o male addestrata.

Il calcestruzzo sarà gettato in strati di altezza non superiore a 50 cm; ogni strato sarà opportunamente vibrato, specialmente per strutture sottili.

L'impresa non potrà eseguire getti in presenza di acqua, salvo esplicita autorizzazione dall'ufficio di D.L..

Qualora i getti debbano eseguirsi in presenza d'acqua, l'impresa dovrà provvedere, a sua cura e spese, ad attuare adeguati sistemi di captazione delle acque e di drenaggio delle stesse, in modo da evitare il dilavamento dei calcestruzzi od il formarsi di pressioni dannose a tergo dei rivestimenti durante la presa.

Qualora si verificano interruzioni per cause impreviste, il getto sarà interrotto in zone in cui meglio convenga la formazione di un giunto di costruzione, d'accordo con l'ufficio di D.L.. In nessun caso saranno ammessi ferri d'armatura in vista e rappezzi con intonaci, indice di deficiente esecuzione dei getti e di vibrazione.

Non è ammesso per alcun motivo lasciare cadere il calcestruzzo all'interno delle casseforme da altezze tali da provocare la segregazione degli inerti; l'avvicinamento dell'impasto alla zona di getto dovrà essere effettuata con mezzi idonei quali scivoli, canali, tramogge sospese mediante gru, pompe.

11.2.3.7. Vibratura dei getti

Il calcestruzzo sarà steso nelle casseforme e costipato con adatti vibratori ad immersione. Il tempo e gli intervalli di immersione dei vibratori nel getto saranno approvati dall'ufficio di D.L., in relazione al tipo di struttura e di calcestruzzo.

La vibrazione dovrà essere effettuata immergendo verticalmente il vibratore che dovrà penetrare in ogni punto per almeno 10 cm nella parte superiore dello strato gettato precedentemente, vibrandolo.

In linea di massima, la durata di vibrazione per m³ di calcestruzzo non sarà minore di 3 minuti in ogni caso, la vibrazione dovrà essere interrotta prima di provocare la segregazione degli inerti e del cemento.

L'impresa è tenuta a fornire in numero adeguato i vibratori adatti (7000 giri al minuto per tipi ad immersione; 8000 giri minuto per tipi da applicare alla casseforme).

In particolare, anche i getti in pareti sottili dovranno essere vibrati salvo disposizioni contrarie dell'ufficio di D.L.; le difficoltà di queste vibrazioni non potranno dar luogo, da parte dell'impresa, a richieste di sovrapprezzi o giustificazioni per eventuali ritardi.

L'impresa dovrà adottare cure particolari per i getti e la vibrazione dei calcestruzzi di strutture a contatto con i liquidi (come serbatoi, vasche, canalette, pozzetti, ecc.), in modo da garantire la impermeabilità degli stessi.

11.2.3.8. Giunti di costruzione nei getti

Le posizioni dei giunti di costruzione e delle riprese di getto delle strutture in calcestruzzo semplice e armato, dovranno essere sottoposte alla preventiva approvazione dall'ufficio di D.L..

Qualora l'interruzione del getto superi le 8 ore, occorrerà, prima di versare lo strato successivo, scalpellare, sabbiare e lavare la superficie di ripresa e stendervi uno strato di 1÷2 cm di malta formata dal medesimo impasto della classe di calcestruzzo del getto al quale saranno tolti gli inerti grossi.

11.2.3.9. Giunti di dilatazione

La superficie del calcestruzzo in corrispondenza dei giunti dovrà essere resa regolare in modo da mantenere un interspazio costante, uniforme e pulito per tutta l'estensione del giunto.

Il materiale inerte di riempimento sarà costituito da cartongesso bitumato e mastice di bitume o da altro materiale (polistirene espanso) di spessore adeguato approvato dall'ufficio di D.L..

L'impermeabilità o tenuta dei giunti verrà ottenuta mediante nastri in PVC o gomma o lamierini di rame.

11.2.3.10. Inghisaggi

Gli inghisaggi si effettueranno mediante malte cementizie, premiscelate, reoplastiche e a ritiro compensato (tipo EMACO). In quest'ultimo caso, in particolare, le miscele devono rispettare le norme UNI 8993 e UNI 8994

Su richiesta della D.L., l'impresa dovrà fornire tutti i certificati che attestino la rispondenza dei materiali alle prescrizioni di progetto, rilasciati da un istituto di ricerca autorizzato a tale scopo. I sacchi in cui è confezionato il prodotto devono essere conservati in un luogo coperto e asciutto.

Prima della sua applicazione, il prodotto deve essere miscelato con cura all'interno della betoniera, insieme alla quantità d'acqua stabilita; per quanto concerne i tempi di lavorazione, bisogna prestare attenzione alle condizioni climatiche, dal momento che i tempi si riducono a temperature più elevate e si allungano a temperature più basse.

Una volta conclusosi il getto, tutte le parti esposte all'aria devono essere immediatamente protette dall'evaporazione e stagionate per almeno 24 ore mediante bagnatura e/o teli umidi.

11.2.3.11. Protezione del getto

Dopo il getto, è necessario che il calcestruzzo sia mantenuto umido per almeno 8 giorni e protetto dall'azione del sole, del vento secco, dell'acqua e delle scosse meccaniche.

I metodi di protezione del getto che assicurino il mantenimento delle condizioni richieste per la stagionatura saranno di responsabilità dell'impresa, ma soggetti all'approvazione dell'ufficio di D.L..

Per i getti di calcestruzzo da eseguirsi durante la stagione invernale, dovranno essere prese particolari precauzioni e disposizioni al fine di evitare gli effetti deleteri del gelo.

È escluso di norma l'impiego di prodotti antigelo da aggiungere agli impasti, mentre dovranno essere invece adottate le seguenti disposizioni:

- l'acqua di impasto dovrà essere riscaldata a + 60 °C con i mezzi ritenuti più idonei allo scopo;
- l'introduzione d'acqua a + 60 °C nelle betoniere, assicurandosi che il cemento e gli inerti siano ad una temperatura superiore a 0 °C e tenuto conto dei dosaggi, dovrà permettere di avere all'uscita un impasto ad una temperatura compresa fra + 10 °C ÷ + 15 °C;
- nel caso di riscaldamento dell'acqua e degli inerti, questi non dovranno superare i + 40 °C sia per l'acqua sia per gli inerti;
- le temperature degli impasti dovranno essere misurate all'uscita delle betoniere, a mezzo di termometri.
- si potranno proteggere i getti, quando la temperatura scende al di sotto di – 5 °C, con coperture in teli impermeabili e riscaldatori a vapore o ad aria calda umidificata.
-

11.2.3.12. Finitura delle superfici del calcestruzzo

Per quelle strutture in calcestruzzo che dovranno restare in vista o avranno funzioni idrauliche, dovranno essere particolarmente curate le proporzioni degli impasti e le modalità del getto.

Dovrà essere escluso un aumento del rapporto effettivo acqua-cemento oltre il valore di 0,5 e la lavorabilità necessaria deve raggiungersi con l'aggiunta di fluidificanti.

La posa in opera dovrà essere molto curata ed il getto dell'impasto nel cassero effettuato a piccoli quantitativi; in particolare, dovrà essere garantito il copriferro netto minimo.

In relazione alla finitura superficiale dei getti si adotteranno 4 classi caratteristiche di valutazione realizzate sulla base delle indicazioni dei disegni.

Gli eventuali lavori da eseguire al fine di ottenere la rispondenza delle finiture superficiali al grado richiesto dai disegni saranno realizzati per mezzo di mano d'opera specializzata.

Tutti i difetti riscontrati verranno eliminati non appena disarmate le casseforme, dopo l'ispezione dell'ufficio di D.L..

La definizione di ciascuna classe di finitura è la seguente:

- F1, si applica alle superfici che saranno ricoperte con terra o materiale di riempimento ed avrà le seguenti caratteristiche: irregolarità superficiali 2,5 cm;
- F2, si applica alle superfici non sempre esposte alla vista e che non richiedano una finitura maggiore, ed alle superfici che sono destinate ad essere intonacate: irregolarità superficiali brusche 1 cm; irregolarità superficiali continue 1,5 cm;
- F3, si applica alle superfici destinate a rimanere esposte alla vista o a contatto con liquidi in movimento: irregolarità superficiali brusche 0,5 cm; irregolarità superficiali continue 1,0 cm;
- F4, si applica alle superfici che richiedono particolare precisione, alle facce degli elementi prefabbricati, piattaforme di supporto di macchinari ed opere idrauliche: irregolarità superficiali brusche e continue 0,2 cm.

È facoltà dell'ufficio di D.L. esigere, soprattutto per le finiture F3 ed F4, campionature sul posto onde poter definire le caratteristiche più opportune delle casseforme, il sistema di disarmo, la troncatura e sfilaggio dei tiranti metallici d'ancoraggio ecc. per realizzare il grado di finitura richiesto.

Salvo riserva di accettazione da parte dell'ufficio di D.L., l'impresa eseguirà a sue spese quei lavori di sistemazione delle superfici che si rendessero necessari per difetti od irregolarità maggiori di quelli ammessi per ogni grado di finitura.

In particolare, per quelle strutture che richiedano gradi di finitura F3 ed F4, si dovrà ricorrere a sgrossatura con mola elettrica, stuccatura e successiva smerigliatura con mola delle superfici.

Particolare cura andrà posta nella finitura superficiale della sagoma delle nuove soglie.

11.3 CASSEFORME

11.3.1 Caratteristiche dei materiali

Le casseforme per i getti di calcestruzzo dovranno essere costruite con pannelli metallici o tavole in legno sufficientemente robuste, ben collegate fra loro e controventate per evitare spancamenti e distacchi delle stesse durante le vibrazioni del getto.

Sono previsti due tipi:

- casseforme per getti da intonacare o contro terra e comunque non soggetti a particolari esigenze estetiche. Potranno essere in tavolame comune, purché ben diritto ed accuratamente connesso, o metalliche;
- casseforme per getti da lasciare in vista o a contatto con le acque. Dovranno essere metalliche od in tavolame accuratamente piallato o stuccato a gesso o in compensato, così da dare luogo a superfici particolarmente lisce ed uniformi.

Le tavole dovranno avere di regola dimensioni uguali fra loro e saranno poste in opera a giunti sfalsati.

In particolare, dovrà essere curata la tenuta d'acqua dei casseri al fine di evitare fuoriuscita della boiaccia di cemento e conseguente dilavamento dell'impasto, in corrispondenza delle fessure, soprattutto negli spigoli orizzontali e verticali.

Tale tenuta sarà realizzata, oltre che con l'adozione dei listelli triangolari di smusso, mediante accurata stuccatura e con rabboccamento esterno perimetrale di malta povera, specie nei punti di ripresa a spicco dei pilastri da solette o strutture già eseguite.

L'impresa, inoltre, dovrà utilizzare casseforme in grado di descrivere superfici perfettamente aderente alle sagome di progetto di tutte le opere in calcestruzzo armato, sia per le opere di fondazione, sia per le opere in elevazione e tutte le altre opere in conglomerato cementizio.

Nella voce dell'elenco prezzi sono compresi gli sfridi, i tiranti, la chioderia, i banchinaggi ed i puntellamenti, i ponteggi, il disarmo e la pulizia delle stesse tavole.

11.3.2 Casseforme "a perdere" in acciaio inox

Si prevede l'utilizzo di elementi (costituiti interamente in acciaio inox AISI 316) preformati in officina meccanica specializzata nella lavorazione dell'acciaio inossidabile.

Tutti gli elementi costituenti le casseforme a perdere, compresi gli irrigidimenti e le connessioni con il calcestruzzo dovranno essere di acciaio inox AISI 316. Tutte le saldature necessarie, compresi eventuali trattamenti superficiali preparatori (tipo decapaggio, ecc.), dovranno essere eseguite solo ed esclusivamente in officine specializzate con le tecniche proprie della lavorazione dell'acciaio inossidabile al fine di garantire anche nelle zone interessate dalle saldature stesse il rigoroso mantenimento delle piene caratteristiche di inalterabilità dell'acciaio AISI 316. Tutti gli elementi di protezione dovranno possedere idonei dispositivi atti a garantire il mantenimento della sagoma di progetto (senza spanciature o deformazioni) durante il getto, nonché una solida connessione con il calcestruzzo stesso.

Infine, si dovrà provvedere alla protezione delle soglie di fondo vasca mediante posa in opera, all'atto del getto, di profilati ad "L" (dimensioni minime 10 mm), in acciaio inox dotato di idonei dispositivi atti a garantire il mantenimento della sagoma di progetto (senza spanciature o deformazioni) durante il getto, nonché una solida connessione con il calcestruzzo stesso.

Dovrà essere prodotta idonea certificazione atta a garantire la conformità dei materiali impiegati con le specifiche di progetto. Non sono ammesse per alcun motivo lavorazioni di tali elementi in cantiere (tagli, piegature, saldature, ecc.). Prima di procedere alla realizzazione delle casseforme a perdere in acciaio inox l'Impresa dovrà necessariamente effettuare tutti i controlli dimensionali sugli elementi di possibile interferenza con le casseforme stesse (getti di calcestruzzo precedentemente effettuati, barre e tralicci d'armatura, casseforme da recuperare, ecc.). Nessun compenso spetterà all'Impresa nel caso in cui, per negligenze su tali preventivi controlli, gli elementi costruiti dovessero necessitare di lavorazioni aggiuntive, ovvero si rendesse necessario il rifacimento degli stessi.

11.3.3 Modalità esecutive

Al momento del getto del calcestruzzo, la superficie interna delle casseforme dovrà essere esente da qualsiasi incrostazione di malta, boiacca od altra sostanza estranea.

Prima della posa delle casseforme, le superfici delle casseforme stesse che verranno in contatto con il calcestruzzo dovranno essere cosparse con prodotti disarmanti conformi alle norme UNI, in modo da migliorare il distacco delle casseforme dalle strutture durante il disarmo.

Su tutte le casseforme di una stessa opera dovrà essere utilizzato lo stesso prodotto; inoltre, è vietato usare, come disarmanti, lubrificanti di varia natura oppure oli esausti.

Non sarà permesso l'uso di tali prodotti disarmanti quando le casseforme siano già montate per il getto.

Il disarmo delle casseforme sarà effettuato solo quando il calcestruzzo avrà raggiunto una resistenza sufficiente a sopportare le tensioni cui sarà sottoposto durante e dopo il disarmo stesso.

In ogni caso non si potrà procedere al disarmo senza preventiva autorizzazione dell'ufficio di D.L..

Potrà inoltre essere necessario che, in casi particolari, le casseforme, con relativi puntelli e sbadacchiature, vengano mantenute in opera oltre il necessario, su specifica richiesta dell'ufficio di D.L..

11.4 ACCIAIO D'ARMATURA

11.4.1 Caratteristiche dei materiali

L'acciaio tondo da armatura sarà fornito dall'impresa e verrà posto in opera in base ai disegni di dettaglio e approvati dall'ufficio di D.L..

Si userà solo ed esclusivamente acciaio da calcestruzzo (tipo B450c exFeB44 k, controllato in stabilimento) in barre ad aderenza migliorata; è previsto anche l'utilizzo di rete elettrosaldata, realizzata con barre di acciaio aventi le stesse caratteristiche sopra citate, e con maglie di dimensioni variabili secondo le indicazioni riportate sui disegni di progetto in funzione delle opere da realizzare.

Gli acciai per calcestruzzi armati dovranno essere conformi al D.M. 14.01.2008 e Circolare n°617 del 02.02.2009.

Nella voce d'elenco prezzi sono compresi il trasporto, l'immagazzinamento, la lavorazione e la posa secondo i disegni esecutivi, lo sfrido, le legature, gli appositi distanziatori tra i ferri ed i casseri, le prove, i controlli ed i certificati di laboratorio.

11.4.2 Modalità esecutive

L'impresa provvederà all'esecuzione dei piani di dettaglio delle armature (contenenti le liste dei ferri con le quantità di peso corrispondenti alle diverse posizioni) in base ai piani di progetto.

L'ufficio di D.L. potrà apportare modifiche alle armature di progetto. In quest'eventualità, l'impresa non potrà richiedere alcun compenso speciale, oltre a quanto spettante in base all'applicazione del prezzo di contratto per le quantità di ferri impiegati.

Le barre dovranno essere esenti da ruggine e dai residui di tinta o di oli che ne possano pregiudicare l'aderenza al conglomerato cementizio.

Le saldature saranno ammesse solo se consentite, caso per caso, dall'ufficio di D.L. e saranno realizzate in tal caso per sovrapposizione. Delle unioni per saldatura verranno eseguite verifiche periodiche da parte dell'ufficio di D.L., tutte a spese dell'impresa.

In ogni caso dovrà prevedersi l'utilizzo del necessario quantitativo di distanziatori in materiale plastico, opportunamente distribuiti lungo i piani perimetrali delle gabbie di armatura, al fine di garantire ovunque il mantenimento del copriferro previsto in progetto.

Una volta completata la realizzazione delle gabbie di armatura, prima dell'inizio dei getti la Direzione dei Lavori procederà al controllo delle stesse e della presenza dei distanziatori; se ritenuto necessario, potrà essere richiesto all'impresa l'integrazione dei distanziatori stessi senza alcun onere aggiuntivo. In mancanza del controllo della D.L. non si potrà procedere all'inizio delle operazioni di getto.

11.5 CALCESTRUZZI FIBRORINFORZATI (FRC)

11.5.1 Generalità

Per migliorare le caratteristiche di resistenza superficiale nelle zone maggiormente sollecitate è prevista la messa in opera di uno strato di calcestruzzo fibrorinforzato, di spessore pari a 15 (quindici) cm, che costituirà uno strato a maggior resistenza nei confronti del potere erosivo della turbolenza sviluppata dal risalto. Tale spessore ingloberà parte dell'armatura delle lastre; particolare attenzione andrà riposta nel garantire lo spessore del copriferro di progetto indicato nelle tavole grafiche.

11.5.2 Caratteristiche del calcestruzzo

Il calcestruzzo da utilizzarsi dovrà avere una di resistenza caratteristica a compressione non inferiore a 40 MPa ottenuto utilizzando cemento pozzolanico o Portland 42.5R.

11.5.3 Caratteristiche delle fibre

Per il rinforzo dello strato di calcestruzzo a maggior resistenza relativo alla pavimentazione della vasca si utilizzeranno due tipi di fibre:

a) fibre “lunghe” in filo trafilato d’acciaio (tipo Maccaferri - Wirand FF1 o equivalente) aventi le seguenti caratteristiche:

- diametro: 1.00 mm;
- lunghezza: 50 mm;
- rapporto L/d: > 50;
- tensione di rottura per trazione del filo: > 1100 MPa;
- tensione di scostamento dalla proporzionalità: > 800 Mpa;
- allungamento a rottura: < 4%;
- modulo di elasticità: 210 000 MPa.

Le fibre dovranno avere le estremità opportunamente sagomate (ovvero caratterizzate da pieghe) al fine di garantire la massima aderenza alla matrice cementizia.

Poiché le fibre vengono prodotte sagomando e tagliando del filo di acciaio ontenuto dalla trafilatura di ver-gella a basso tenore di carbonio la materia prima dovrà essere conforme alla norma UNI EN 10016 “Vergella di acciaio non legato destinata alla trafilatura a freddo e/o alla laminazione a freddo”.

b) fibre in polipropilene (tipo Maccaferri – Fibromac 12 o equivalente) aventi le seguenti caratteristiche:

- sezione: circolare;
- lunghezza: 12 mm;
- tensione di rottura per trazione della fibra: > 320-400 MPa;
- modulo di elasticità: 3500 - 3900 Mpa;
- allungamento: 150 – 350%.

Per il rinforzo del calcestruzzo proiettato da utilizzarsi nella realizzazione del rivestimento definitivo della nuova galleria di accesso al cunicolo inferiore della diga si utilizzeranno fibre “corte” in filo d’acciaio trafilato ricavate da filo d’acciaio (tipo Maccaferri - Wirand FS4 o equivalente) aventi le seguenti caratteristiche:

- diametro: 0.60 mm;
- lunghezza: 30 mm;
- rapporto L/d: > 50;
- tensione di rottura per trazione del filo: > 1100 MPa;
- tensione di scostamento dalla proporzionalità: > 800 MPa;
- allungamento a rottura: < 4%;
- modulo di elasticità: 210000 MPa.

Le fibre dovranno avere le estremità opportunamente sagomate (ovvero caratterizzate da pieghe) al fine di garantire la massima aderenza alla matrice cementizia ed evitare l'eventuale sfilamento delle stesse.

Poiché le fibre vengono prodotte sagomando e tagliando del filo di acciaio ottenuto dalla trafilatura di vergella a basso tenore di carbonio la materia prima dovrà essere conforme alla norma UNI EN 10016 "Vergella di acciaio non legato destinata alla trafilatura a freddo e/o alla laminazione a freddo".

11.5.4 Dosaggi delle fibre

Nel calcestruzzo fibro-rinforzato usato per la pavimentazione della vasca:

- fibre "lunghe" in acciaio trafilato (diametro: 1.00 mm, lunghezza: 50 mm): minimo 30 kg/m³;
- fibra in polipropilene (lunghezza: 12 mm): da 600 a 900 g/m³.

Nel calcestruzzo fibro-rinforzato proiettato utilizzato come rivestimento definitivo nella nuova galleria di accesso al cunicolo inferiore della diga:

- fibre "corte" in acciaio trafilato (diametro: 0.60 mm, lunghezza: 30 mm): minimo 30 kg/m³.

Gli esatti quantitativi di fibre da inserire nelle miscele saranno affinati contestualmente alla definizione del mix-design dei conglomerati cementizi che dovrà essere preventivamente approvato dalla Direzione dei Lavori.

11.5.5 Aggiunte

Nel calcestruzzo fibro-rinforzato usato per la pavimentazione della vasca si prevede l'aggiunta come agente "fillerizzante" di fumo di silice nella quantità indicativa di 20-30 kg/m³.

Tale quantitativo va comunque rapportato al dosaggio di cemento del conglomerato: il dosaggio massimo di fumo di silice non dovrebbe superare il 10-12% sul peso di cemento, per non fare reagire tutta la calce libera presente e, quindi, modificare eccessivamente il pH del conglomerato cementizio.

Per quanto attiene le procedure di aggiunta del fumo di silice durante il mescolamento del conglomerato si dovranno seguire le indicazioni fornite dal produttore nella scheda tecnica di prodotto.

Risulta molto importante disgregare al massimo i microgranuli costituenti il fumo di silice; a tal fine di raccomandare di osservare scrupolosamente i tempi minimi di mescolamento indicati dai produttori nella scheda tecnica di prodotto (generalmente sono richiesti tempi di mescolamento non inferiori a 5 minuti).

Si ricorda, inoltre, che, nei calcestruzzi additivati con fumo di silice è necessario utilizzare un additivo di tipo fluidificante o superfluidificante poiché, a causa delle dimensioni ridotte dei granuli, aumenta la richiesta di acqua dell'impasto.

La determinazione dell'esatto quantitativo di fumo di silice da inserire nel calcestruzzo prescritto con Rck 40 MPa avverrà contestualmente alla definizione del mix-design del conglomerato cementizio che dovrà essere preventivamente approvato dalla Direzione dei Lavori.

11.5.6 Modalità esecutive del calcestruzzo fibro-rinforzato

Le fibre dovranno essere aggiunte direttamente nel mescolatore presso la centrale di betonaggio, avendo cura di prevedere un mix-design del calcestruzzo compatibile con l'aggiunta delle fibre, con particolare riferimento all'impiego ed alla modalità di messa in opera del calcestruzzo (colato, pompato, spruzzato). Le fibre dovranno essere introdotte simultaneamente agli inerti e mai per prime. Il tempo di mescolamento normalmente richiesto per il confezionamento del calcestruzzo risulta in genere sufficiente per la completa omogeneizzazione delle fibre nell'impasto.

Seguire scrupolosamente le procedure e le modalità di impiego fornite dal produttore nella scheda tecnica di prodotto.

11.5.7 Prove di accettazione e controllo

L'ufficio di D.L. si riserva il diritto di interrompere i getti e di far demolire, a cura e spese dell'impresa, le parti eseguite qualora non fossero verificate le condizioni di cui sopra.

L'impresa, per ogni carico di ferro di armatura che dovrà essere utilizzato nell'opera o nell'impianto, dovrà fornire anche un certificato del fabbricante del ferro, che attesti la qualità e l'idoneità del ferro secondo la normativa sopra richiamata.

In ogni caso, l'ufficio di D.L. richiederà prove sui ferri (**D.M. 14.01.2008**); resta stabilito che il ferro che non raggiunga le caratteristiche richieste non verrà impiegato nelle opere e dovrà essere allontanato dal cantiere. Tutti gli oneri derivanti all'impresa, per certificati e prove di cui sopra, sono a suo carico.

11.6 RIFERIMENTI LEGISLATIVI E NORMATIVI SULLE OPERE IN CALCESTRUZZO

Segue un elenco non esaustivo dei principali riferimenti legislativi e normativi, che l'impresa deve seguire nel corso delle lavorazioni. Resta comunque beninteso che sarà compito dell'impresa stessa osservare tutta la normativa vigente e non richiamata esplicitamente nel presente elaborato, prestando la massima attenzione all'uscita di aggiornamenti, integrazioni e abolizione delle leggi promulgate dalle autorità competenti.

- Legge 5 novembre 1971, n. 1086 Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato normale, precompresso ed a struttura metallica.
- Legge 2 febbraio 1974, n. 64 Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.

- Circolare Min. LL.PP. 31 luglio 1979, n. 19581 Legge 1086, art. 7 – Collaudo statico.
- Circolare Min. LL.PP. 19 luglio 1986 n° 27690 Istruzioni per l'applicazione delle norme tecniche sulle costruzioni sismiche.
- Circolare Min. LL.PP. 1 settembre 1987, n. 29010 Legge 1086 – D.M. 27 luglio 1985, - Controllo dei materiali in genere e degli acciai per cemento armato in particolare.
- Circolare Min. LL.PP. 29 ottobre 1987, n° 29233 Legge 1086, art. 20 – Autorizzazioni laboratori per prove sui materiali.
- D.M. 9 gennaio 1996 Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione e il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche.
- Circolare Min. LL.PP. 15 ottobre 1996, n. 252 Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione e il collaudo delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche" di cui al D.M. 9 gennaio 1996.
- D.M. 16 gennaio 1996 – Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche.
- Servizio Tecnico Centrale del Ministero dei Lavori Pubblici – Linee Guida sul calcestruzzo strutturale – Dicembre 1996.
- **D.Min. Infrastrutture e Trasporti 14 Gennaio 2008 e allegate "Norme tecniche per le costruzioni";**
- **Circolare 2 febbraio 2009, n. 617 – Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove Norme tecniche per le costruzioni";**

11.6.1 Prescrizioni per il calcestruzzo

- UNI 206-1 Calcestruzzo – Specificazione, prestazione, produzione e conformità.
- UNI 8866 Prodotti disarmanti per calcestruzzi – Parte 1^a – Definizione e classificazione Parte 2^a – prova dell'effetto disarmante alla temperatura di 20° e 80° C. su superfici di acciaio o di legno trattato.

11.6.2 Prescrizioni e metodologie di prova delle materie prime

11.6.2.1. Cementi

- UNI 8981-3 Durabilità delle opere e degli elementi prefabbricati di calcestruzzo - Istruzioni per ottenere la resistenza alle acque dilavanti
- UNI 9156 Cementi resistenti ai solfati – Classificazione e composizione e f.a. 262 dell'11/88.
- UNI EN 197-1:2001 Cemento – Composizione, specificazioni e criteri di conformità per cementi comuni.
- UNI EN 197-2:2001 Cemento – Valutazione della conformità.
- Legge 26 maggio 1965 n. 595 e s.m.i. – Caratteristiche tecniche e requisiti dei leganti idrici.
- D.M. 9 marzo 1988, n. 126 e s.m.i. – Regolamento del servizio di controllo e certificazione di qualità dei cementi.

- D.M. 13 settembre 1993 e s.m.i. – G.U. 22/9/93 – Nuove norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova dei cementi.
- D.M. 31 agosto 1972 – Norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova degli agglomerati cementizi e delle calce idrauliche.

11.6.2.2. Acqua, aggregati e additivi

- UNI EN 1008 Acqua per calcestruzzo.
- UNI 8520 Aggregati per confezionamento di calcestruzzi.
- UNI EN 934 Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione - Additivi per calcestruzzo - Definizioni, requisiti, conformità, marcatura ed etichettatura
- UNI EN 450 Ceneri volanti per calcestruzzo – Definizioni, requisiti e controllo di qualità.
- UNI EN 451/1 Metodo di prova delle ceneri volanti – Determinazione del contenuto di ossido di calcio libero.
- UNI EN 451/2 Metodo di prova delle ceneri volanti – Determinazione della finezza con stacciatura umida.

11.6.3 **Metodologie di prova per calcestruzzi**

11.6.3.1. Calcestruzzo fresco

- UNI 12350-1 Prova sul calcestruzzo fresco - Campionamento.
- UNI 12350-2 Prova sul calcestruzzo fresco - Prova di abbassamento al cono.
- UNI 6128 Confezione in laboratorio di calcestruzzi sperimentali.
- UNI 9417 Calcestruzzo fresco. Classificazione della consistenza.
- UNI 12350-5 Prova sul calcestruzzo fresco - Prova di spandimento alla tavola a scosse.
- UNI 12350-6 Prova sul calcestruzzo fresco – massa volumica.
- UNI 12350-7 Prova sul calcestruzzo fresco - Contenuto d'aria - Metodo per pressione
- UNI 7122 Calcestruzzo fresco. Determinazione della quantità d'acqua d'impasto essudata.
- UNI 7123 Calcestruzzo. Determinazione dei tempi di inizio e fine presa mediante la misura della resistenza alla penetrazione.

12. OPERE PREFABBRICATE

12.1 IMPALCATI DA PONTE

12.1.1 Requisiti delle travi in c.a.p.

L'appalto comprende e compensa la fornitura in cantiere, il trasporto a piè d'opera ed il varo di travi in c.a.p di lunghezza 22-23-24 m circa e con sezione, caratteristiche materiche e di portanza come da elaborati di progetto.

Le travi, del tipo autosostentante per le fasi di posa e di getto, saranno state preventivamente depositate in una apposita area di stoccaggio provvisorio, attrezzata in modo tale da poter eseguire le prescritte verifiche geometriche, comportamentali (prove di pre-carico e verifica dell'uniformità della monta) e di qualità.

Sono compresi e compensati nei prezzi di appalto tutte le lavorazioni e le forniture necessarie per il varo (qualunque siano le modalità necessarie e/o individuate dall'impresa), l'impiego di tutti i mezzi necessari per il trasporto dall'officina a piè d'opera, il sollevamento (da realizzarsi mediante autogrù capaci di portate elevate) e per l'assemblaggio in opera, per tutto il tempo necessario. Sono inoltre compresi gli oneri per l'uso di vari cestelli con sbracci elevatori per tutto il tempo necessario, nonché tutti i sistemi di sicurezza, predisposizioni, opere provvisoriale (linee vita ecc., ecc.) necessarie per eseguire le lavorazioni in sicurezza ed a regola d'arte. Comprese tutte le lavorazioni, le forniture e gli oneri di cui alle specifiche tecniche ed al piano di sicurezza e comunque necessarie per dare l'opera completa e collaudata, compresi i collaudi intermedi in officina ed il collaudo finale in opera.

Per le strutture prefabbricate si prevede l'impiego di calcestruzzi aventi elevate prestazioni (R_{ck} non inferiore a 50N/mm^2), di armature da precompressione stabilizzate (f_{ptk} 1860 MPa e $f_{p0,2k}$ e f_{p1k} 1670 MPa) con caratteristiche di rilassamento certificate e di armatura ordinaria in acciaio B450C controllato in stabilimento.

Sono comprese e compensate nei prezzi dell'appalto tutte le attività sopra citate (fornitura e posa in opera di travi in c.a.p, oneri di stoccaggio, oneri di trasporto a piè d'opera, fornitura e tutti gli spostamenti per il varo). Sono inoltre compresi tutti gli oneri necessari per dare l'opera finita e collaudabile quali, a titolo puramente indicativo: l'armatura di precompressione in trefoli di acciaio armonico e le relative guaine di fasciatura, i ganci di sollevamento, le barre filettate e relativi accessori di fissaggio, armature di collegamento alla soletta gettata in opera e tutti i connettori e barre di armatura per continuità elettrica.

La tolleranza di fabbricazione secondo la massima dimensione sarà di ± 1 cm per le strutture precomprese, e di $\pm 0,5$ cm per quelle ad armatura lenta.

La tolleranza secondo le altre dimensioni sarà $\pm 0,5$ cm.

La tolleranza di deformazione flessotorsionale dei tegoli di coperture in c.a.p. sarà di ± 2 cm rispetto agli appoggi per ciascuna delle due direzioni principali. L'Impresa dovrà realizzare impermeabilizzazioni, finestrature e finiture in genere che siano comunque in grado di tollerare tali deformazioni elastiche.

Tutti i prefabbricati dovranno avere sistemi di sollevamento della massima affidabilità.

Gli spigoli dovranno essere smussati e la superficie dovrà presentarsi senza lesioni di sorta.

Gli elementi che dovessero presentare cavillature, anche minime, saranno scartati e dovranno essere sostituiti a totale carico della Ditta. Solo in casi particolari ed a proprio insindacabile giudizio, il Direttore dei Lavori potrà esaminare la possibilità di effettuare interventi di ripristino, che saranno comunque a totale carico della Ditta.

In generale tutte le parti metalliche necessarie per la solidarizzazione e che non siano completamente avvolte nel calcestruzzo, dovranno essere protette da una doppia mano di minio. Tutte le rondelle, i bulloni, gli spessori metallici in genere dovranno essere trattati con doppia mano di minio anche se saranno successivamente ricoperti di malta o calcestruzzo.

12.1.2 Posa in opera

L'appaltatore deve preparare il "Piano di sollevamento/varo" dell'impalcato, con l'elencazione delle caratteristiche e tipologia delle attrezzature da impiegare e presentarlo alla D.L. per approvazione. Inoltre dopo l'approvazione e prima della fase di montaggio dell'impalcato, l'appaltatore deve dare comunicazione alla D.L. della data di inizio dei lavori.

Nella successiva esecutiva l'Appaltatore procederà alla progettazione costruttiva degli impalcati, compreso lo studio della cantierizzazione e in particolare di tutte le fasi di getto e di varo di tutti gli elementi prefabbricati, delle coppelle, delle armature ordinarie.

12.1.3 Coppelle prefabbricate e tralicciate

La soletta collaborante dell'impalcato sarà gettata su coppelle prefabbricate da ponte tralicciate. Tali coppelle dello spessore di 5 cm in calcestruzzo (Rck 40 N/mm² – classe di consistenza S4 – classe di esposizione XS1-XA2, diametro massimo degli aggregati 20mm) dovranno avere le caratteristiche di autoportanza durante la fase di getto. Il complesso coppella – soletta gettata in opera dovrà garantire una portanza minima di 3000 kg/mq.

Il calcestruzzo dovrà essere idoneo alle strutture esposte al gelo ed ad ambienti aggressivi. Sarà onere dell'impresa provvedere alla scelta di coppelle idonee per i requisiti di cui sopra. E' quindi compresa e compensata nei prezzi dell'appalto la fornitura di coppelle rispondenti al presente capitolato, anche aumentando gli spessori, utilizzando barre in acciaio inox o adottando calcestruzzi con resistenza (Rck) maggiore di 40 N/mm².

La larghezza della singola coppella non dovrà superare i 60cm e la lunghezza media sarà di circa 1 m. Tali dimensioni ridotte garantiscono una facile posa in opera (da realizzarsi anche a mano).

Sono comprese e compensate nei prezzi sia la fornitura delle coppelle tralicciate (con tralicci in acciaio B450C) sia la posa in opera, compresi tutti i maggiori oneri per la difficoltà di posa conseguente alle ristrettezze delle aree di cantiere ed alla ridotta portanza dell'impalcato in essere (carico e scarico ripetuto, trasporto con mezzi leggeri, posa finale a mano, ecc.).

Sono inoltre comprese nei prezzi dell'appalto le coppelle fuori standard, per dimensione e forma. Sono inoltre comprese le coppelle a sbalzo (da posizionarsi nei giunti dell'impalcato) dotate delle medesime caratteristiche di resistenza finale e di autoportanza in fase di getto.

Tutte le coppelle dovranno essere provviste di ganci di sollevamento e dei vari accessori di fissaggio (compresi i collegamenti per la continuità elettrica). L'impresa dovrà posare le coppelle secondo le specifiche tecniche di posa del prefabbricatore che dovranno essere preventivamente fornite alla Direzione Lavori.

Si ribadisce che l'appalto compensa tutte le operazioni di posa in opera: il trasporto franco cantiere nell'area di stoccaggio, lo scarico e gli oneri di stoccaggio; il carico su autocarro ed il trasporto a piè d'opera; la posa in opera con carrello elevatore e/o con autogru e completamento manuale.

12.1.4 Impermeabilizzazione degli impalcati

12.1.4.1. Generalità

Il sistema di impermeabilizzazione degli impalcati carrabili dovrà essere conforme alle norme EN 14695:2010, che specificano definizioni e caratteristiche delle Membrane bituminose armate per l'impermeabilizzazione di impalcati di ponte di calcestruzzo e altre superfici di calcestruzzo soggette a traffico.

L'impermeabilizzazione dell'impalcato sarà realizzata tramite imprimitura della superficie con primer bituminoso e successiva applicazione, mediante fiaccola per la fusione, di due membrane prefabbricate elastoplastomeriche. Le guaine saranno protette superiormente da uno strato di tessuto non tessuto agugliato dello spessore di 400 gr/mq.

Sono comprese e compensate le forniture e pose in opera delle lavorazioni sopra citate. E' inoltre compresa la preparazione delle superfici di posa tramite la radicale pulizia delle superfici da impermeabilizzare mediante idrolavaggio e/o soffiatura con aria compressa, la regolarizzazione delle superfici mediante bocciardatura e/o rasatura, l'applicazione a rullo o a spruzzo di idoneo primer bituminoso per ottenere la perfetta aderenza delle membrane.

E' inoltre compresa nei prezzi la cappa di calcestruzzo magro dello spessore di 5 cm a protezione dell'impermeabilizzazione. Sarà onere e cura dell'impresa gettare la cappa di magrone a perfetta regola d'arte, garantendo lo spessore minimo di 5cm ed senza danneggiare l'impermeabilizzazione.

Il sistema di impermeabilizzazione degli impalcati dovrà essere costituito da due guaine elastoplastomeriche prefabbricate sovrapposte, di spessore 3 mm (guaina inferiore) e 4 mm (guaina superiore). Tali guaine dovranno poi essere protette superiormente da una cappa dello spessore di 5 cm.

Tutti i prodotti potranno essere utilizzati soltanto se rispondenti alle caratteristiche indicate nei seguenti paragrafi. Essi, comunque, dovranno essere approvati dalla DL prima della posa in opera. Pertanto, per ciascun prodotto dovranno essere eseguite prove preventive di caratterizzazione.

- Caratteristiche della guaina inferiore da 3 mm

| | VALORE RICHIESTO | NORMA DI RIFERIMENTO |
|--|----------------------------|----------------------|
| armatura in poliestere a filo continuo | 120 gr/mq; | |
| resistenza a trazione L/T | 750 N/5cm | EN 12311-1 |
| allungamento a rottura L/T | ≥ 50% | EN 12311-1 |
| resistenza al punzonamento statico | L25 | EN 12730 |
| resistenza al punzonamento dinamico | I10 | EN 12691 |
| Stabilità di forma a 140 °C | Stabile | EN 1110 |
| flessibilità a freddo | - 20 °C | EN 1109 |
| Impermeabilità all'acqua (60 kPa) | Assoluta | EN 1928 |
| Stabilità dimensionale | ≤ 0,5% | EN 1107-I/A |
| Spessore | 3 mm ± 7% | EN 1849-I |
| Resistenza alla lacerazione L/T | ≥ 160 N | EN 12310-1 |
| Resistenza all'invecchiamento termico in aria Flessibilità a freddo dopo 180gg a 70°C | -15°C | |
| Resistenza all'invecchiamento Ciclo di prova con apparecchio Q.U.V. Accelerated Weathering: <ul style="list-style-type: none"> • 4 ore di radiazione UV con emissione di picco a 313nm a +60°C • 4 ore di condensa a vapore acqueo +40°C | Supera le 400 ore di prova | ASTM/ANSI G53-77 |

- Caratteristiche della guaina superiore da 4 mm

| | VALORE RICHIESTO | NORMA DI RIFERIMENTO |
|--|----------------------------|----------------------|
| armatura in poliestere a filo continuo | 250 gr/mq; | |
| resistenza a trazione L/T | 750 N/5cm | EN 12311-1 |
| allungamento a rottura L/T | ≥ 50% | EN 12311-1 |
| resistenza al punzonamento statico | L25 | EN 12730 |
| resistenza al punzonamento dinamico | I10 | EN 12691 |
| Stabilità di forma a 140 °C | Stabile | EN 1110 |
| flessibilità a freddo | - 20 °C | EN 1109 |
| Impermeabilità all'acqua (60 kPa) | Assoluta | EN 1928 |
| Stabilità dimensionale | ≤ 0,5% | EN 1107-I/A |
| Spessore | 4 mm ± 7% | EN 1849-I |
| Resistenza alla lacerazione L/T | ≥ 160 N | EN 12310-1 |
| Resistenza all'invecchiamento termico in aria Flessibilità a freddo dopo 180gg a 70°C | -15°C | |
| Resistenza all'invecchiamento Ciclo di prova con apparecchio Q.U.V. Accelerated Weathering: <ul style="list-style-type: none"> • 4 ore di radiazione UV con emissione di picco a 313nm a +60°C • 4 ore di condensa a vapore acqueo +40°C | Supera le 400 ore di prova | ASTM/ANSI G53-77 |

Detta guaina, inoltre, dovrà essere trattata sulla superficie superiore con fibre polimeriche preformate in film in modo da renderla più resistente al passaggio dei mezzi di cantiere e della vibrofinitrice.

12.1.4.2. Posa in opera

Le modalità di posa in opera del manto impermeabile dovranno essere le seguenti:

- radicale pulizia delle superfici da impermeabilizzare mediante idrolavaggio e/o soffiatura con aria compressa e, ove occorra, con regolarizzazione delle superfici mediante bocciardatura e/o rasatura, con emulsione bituminosa costituita da cemento, sabbia di fiume, bitume ed acqua, in rapporti volumetrici adeguati ed idonei a garantire superfici, lisce al fratazzo, che non presentino crepe dopo essiccamento dell'emulsione stessa. Soluzioni diverse potranno essere adottate soltanto se preventivamente accettate dalla D.L.
- applicazione a rullo o a spruzzo, sulle superfici da impermeabilizzare, di uno speciale primer compatibile anche con calcestruzzi trattati con antievaporante, in quantità compresa tra i 300g e i 500g per m².
- applicazione, in fasi successive, delle due guaine, di spessore 3mm (inf.) e 4mm (sup.), mediante fiaccola per la fusione di tutto lo strato superficiale da incollare al supporto e con rullo, di peso adeguato, per comprimere uniformemente le guaine fuse in modo da renderle maggiormente aderenti.

La stesa delle guaine dovrà effettuarsi trasversalmente all'impalcato.

La successione longitudinale delle singole guaine potrà avvenire partendo dalle estremità più basse e terminando al centro dell'impalcato in corrispondenza del colmo.

Alle estremità dell'impalcato, in corrispondenza dei giunti, le guaine dovranno essere fissate ai profili di drenaggio dei giunti stessi.

Le sovrapposizioni delle guaine dovranno essere di 10 cm e le sovrapposizioni della guaina superiore da 4 mm dovranno ricadere all'incirca a metà tra le sovrapposizioni della guaina inferiore da 3 mm.

12.1.4.3. Prove sulle guaine impermeabili

Le prove da eseguire sulle guaine impermeabili riguarderanno sia il prodotto in fornitura che il prodotto applicato. Le prove sul prodotto in fornitura consisteranno in una serie di prove di caratterizzazione del prodotto stesso, mentre le prove sul prodotto applicato consisteranno in una prova di adesione al supporto, preventivamente trattato con primer.

Prove tecnologiche di caratterizzazione su prodotti in fornitura

Le prove verranno eseguite sotto il controllo della DL che provvederà ai prelievi in corso d'opera dei campioni che l'appaltatore dovrà inviare in laboratorio.

Il numero di prelievi sarà pari a 2 per ogni 10.000 m² o frazione.

Le prove da effettuare sono quelle indicate ai precedenti paragrafi (vedi caratteristiche delle guaine)

Al termine delle prove tutto il materiale oggetto del collaudo dovrà essere identificato inequivocabilmente come idoneo o non idoneo all'impiego.

Prove funzionali sul prodotto applicato

Le prove funzionali da eseguire consisteranno in prove di strappo delle guaine già poste in opera.

Dette prove dovranno essere condotte in presenza del personale della DL e consisteranno nell'incollaggio sulle guaine bituminose di alcuni piastrini metallici circolari, di diametro 100 o 50 mm e nel tiro di detti piastrini con apposita apparecchiatura in grado di fornire la tensione di tiro prescritta nel seguito..

I piastrini da applicare saranno n° 6, su ogni quattro campate a scelta della DL, i punti di applicazione dei piastrini saranno determinati dagli incroci di un reticolo di 2 m di lato. In ogni caso i piastrini non dovranno essere applicati negli incroci coincidenti con le sovrapposizione delle guaine. La posizione, sia del reticolo che dei piastrini sarà scelta dalla DL.

Le prove dovranno svilupparsi conducendo le seguenti operazioni:

1. sabbiatura dei piastrini a metallo bianco
2. incollaggio dei piastrini sulle guaine con apposito collante in grado di sopportare le tensioni di tiro richieste (al riguardo si suggeriscono resine epossidiche bicomponenti senza solventi).
3. taglio della/e guaina/e intorno alla circonferenza dei piastrini dopo completa essiccazione del collante
4. tiro dei piastrini con azione perpendicolare alla superficie incollata
5. la tensione media di distacco delle guaine dal supporto, rilevata sui 6 provini, dovrà essere superiore a 0,1 N/mm² con valori minimi per ogni singolo provino non inferiori a 0,08 N/mm².

Qualora il distacco dei piastrini dovesse avvenire per cedimento del collante, il valore di prova da considerare sarà il massimo valore rilevato qualora superiore a 1 N/mm².

Se il distacco dovesse avvenire prima del raggiungimento di tale valore, si provvederà all'incollaggio di un nuovo provino.

Al termine delle prove, le zone in cui è avvenuto il distacco della guaina incollata ai piastrini dovranno essere ripristinate prevedendo una colata di asfalto fino all'estradosso dell'impermeabilizzazione ed un rappezzo con guaina da 4 mm di dimensioni 40 cm x 40 cm da applicare a caldo con fiaccola.

Se il distacco dei piastrini dovesse avvenire per cedimento del collante, occorrerà rimuovere il disco di guaina isolato dal taglio per poi procedere al ripristino di cui sopra.

12.1.5 Appoggi

Per i componenti appoggiati in via definitiva, particolare attenzione va posta alla posizione e dimensione dell'apparecchio d'appoggio, sia rispetto alla geometria dell'elemento di sostegno, sia rispetto alla sezione terminale dell'elemento portato, tenendo nel dovuto conto le tolleranze dimensionali e di montaggio e le deformazioni per fenomeni reologici e/o termici.

I vincoli provvisori o definitivi devono essere progettati con particolare attenzione e, se necessario, validati attraverso prove sperimentali.

Gli appoggi scorrevoli devono essere dimensionati in modo da consentire gli spostamenti relativi previsti senza perdita della capacità portante.

Per gli impalcati carrabili in progetto sono previsti apparecchi di appoggio in elastomero armato, dotati superiormente ed inferiormente di ancoraggi di tipo meccanico. Questi apparecchi sono costituiti da un nucleo in elastomero nel quale sono inseriti uno o più lamierini in acciaio, uniti alla gomma mediante vulcanizzazione a caldo.

Gli appoggi strutturali devono rispettare le prescrizioni specificate dalle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 16/01/2008, con particolare riguardo al punto A) del § 11.1 ed al § 11.6. Pertanto devono essere conformi alle norme europee armonizzate (serie UNI EN 1337-3 2005) e recare la Marcatura CE.

Tutti gli appoggi elastomerici devono essere marcati con:

- nome del fabbricante;
- luogo di fabbricazione;
- anno di fabbricazione;
- numero di serie (individuale per ogni singolo appoggio e univoco per ogni tipo di appoggio).

Tutte le informazioni di marchiatura devono essere visibili, leggibili e comprensibili per tutta la vita utile del dispositivo di appoggio.

L'Impresa esecutrice dei lavori sarà tenuta a presentare in tempo utile all'approvazione della Direzione Lavori i requisiti prestazionali degli apparecchi di appoggio che intenderà adottare e che dovranno essere conformi al presente disciplinare. Il progetto costruttivo degli appoggi è demandato all'Impresa e dovrà contemplare i seguenti principi progettuali:

- valutazione dei carichi (verticali e orizzontali) da trasmettere in combinazione SLU;
- valutazione degli scorrimenti massimi;
- valutazione delle rotazioni (reversibili/irreversibili);
- definizione della classe del calcestruzzo a contatto con la superficie di vincolo;
- verifica della sicurezza allo scorrimento nelle superfici di interfaccia.

Particolare attenzione dovrà essere posta nella determinazione dei movimenti del ponte per valutare correttamente le lunghezze delle slitte degli appoggi. In particolare occorrerà determinare:

- deformazione elastica dovuta a tutte le azioni;

- deformazione termica: ΔT da assumere, funzione delle condizioni del sito, prudenzialmente $\Delta T = \pm 30^\circ$ da quella di costruzione.

Per l'analisi delle forze agenti sul dispositivo di appoggio occorre considerare:

- un movimento rotatorio pari a ± 0.003 rad;
- un movimento traslazionale pari a ± 20 mm (± 10 mm in caso di appoggi elastomerici);
- una eccentricità pari a $l/10$ perpendicolare all'asse attorno al quale il dispositivo non può ruotare.

In caso di movimenti di grande entità in direzione opposta, si deve considerare la combinazione di fattori più sfavorevole, ovvero capace di dare il massimo movimento possibile. In ogni caso il minimo scorrimento nella direzione principale deve essere ± 50 mm.

Per garantire la sicurezza nei confronti dell'instabilità e del corretto funzionamento dei dispositivi di appoggio, i movimenti di progetto devono essere adeguatamente incrementati. La UNI EN 1337-1:2001 prescrive, qualora non fossero richiesti requisiti più stringenti, di adottare i seguenti incrementi:

- per la rotazione max $\{\pm 0.005$ rad; $\pm 10/r$ rad, con r misurato in mm};
- per la traslazione (se il dispositivo non è vincolato trasversalmente) ± 20 mm in entrambe le direzioni di movimento (con un movimento minimo totale di ± 50 mm nella direzione di massimo movimento e ± 20 mm nella trasversale).

12.1.6 Tolleranze

Il progetto deve indicare le tolleranze minime di produzione che dovrà rispettare il componente. Il componente che non rispetta tali tolleranze, sarà giudicato non conforme e quindi potrà essere consegnato in cantiere per l'utilizzo nella costruzione solo dopo preventiva accettazione da parte del Direttore dei lavori.

Il progetto dell'opera deve altresì tener conto delle tolleranze di produzione, tracciamento e montaggio assicurando un coerente funzionamento del complesso strutturale.

Il montaggio dei componenti ed il completamento dell'opera devono essere conformi alle previsioni di progetto. Nel caso si verificassero delle non conformità, queste devono essere analizzate dal Direttore dei lavori nei riguardi delle eventuali necessarie misure correttive.

12.1.7 Giunti dei ponti

I giunti dei ponti carrabili dovranno assicurare la continuità del piano viabile, rendere minime le sovrasollecitazioni di natura dinamica e garantire un adeguato livello di comfort al transito veicolare. La percolazione delle acque meteoriche o di lavaggio attraverso il giunto stesso deve essere impedita. In caso contrario, deve essere previsto un idoneo sistema di convogliamento e di smaltimento, immediatamente sotto il giunto.

La qualità dei materiali e la cura esecutiva devono essere tali da garantire la loro massima durata, in modo tale da minimizzare gli interventi di manutenzione e di rifacimento.

Per la progettazione costruttiva dei giunti, demandata all'Appaltatore, si dovrà fare particolare riferimento ai §§ 5.1.7 e 5.1.7.3 del D.M. 14/01/2008.

Le prestazioni e caratteristiche richieste per un dispositivo di giunto sono:

- semplicità di installazione, sia su nuovi manufatti che su opere esistenti;
- agevole ispezionabilità, al fine di monitorarne periodicamente lo stato;
- semplicità delle operazioni di manutenzione, legate a programmi manutentivi periodici;
- semplicità di pulizia da eventuali detriti;
- capacità di assorbimento degli spostamenti e delle rotazioni richiesti, senza apprezzabili resistenze;
- capacità di assorbimento di azioni sia verticali che orizzontali;
- adeguata capacità portante (funzione della categoria del ponte);
- continuità del piano viabile, con assenza di dislivelli tra le due parti della struttura connesse;
- contenimento del rumore e delle vibrazioni in esercizio, sia per strutture posizionate all'interno di un centro abitato che in zona extraurbana;
- impermeabilità, al fine di evitare percolazioni che vadano ad interessare gli elementi strutturali inferiori, creando una condizione di degrado;
- resistenza nei confronti di azioni cicliche e dinamiche, che possono dar luogo a rilevanti effetti di fatica;
- resistenza nei confronti di escursioni termiche e cicli di gelo-disgelo;
- resistenza all'usura e all'abrasione;
- resistenza alla corrosione, causa traffico veicolare o presenza di sostanze corrosive sulla pavimentazione, quali i sali di disgelo;
- idonee caratteristiche di aderenza, al fine di garantire la sicurezza di tutte le classi di utenti per i quali è progettata la struttura;
- qualità e durevolezza dei materiali impiegati;
- filtraggio delle precipitazioni e dei corpi estranei.

Al fine di garantire una adeguata impermeabilità dell'impalcato del ponte, i dispositivi di giunto devono essere disposti lungo l'intera superficie di transito, compresa l'area della banchina, fino ai cordoli laterali delimitanti la pavimentazione stradale.

In corrispondenza dei marciapiedi laterali potranno essere installati giunti più semplici di quelli utilizzati nella sede stradale, in virtù della diversa richiesta di capacità portante.

In ogni caso, in corrispondenza dell'apertura strutturale, inferiormente al dispositivo di giunto, lungo l'intero sviluppo trasversale dell'impalcato fino al bordo esterno, dovrà essere presente una scossalina, avente funzione di raccolta delle eventuali acque di infiltrazione. La stessa dovrà essere opportunamente raccordata alla impermeabilizzazione della struttura, al fine di garantire un corretto smaltimento delle acque fino al punto di scarico.

Al fine di poter eseguire correttamente e senza alcun danno tutte le operazioni legate ad un eventuale intervento di sostituzione dei dispositivi di appoggio, i giunti devono essere in grado di consentire uno spostamento verticale relativo minimo tra i due lembi pari a 30 mm.

Per gli impalcati in progetto si è scelta una tipologia di giunto in gomma armata, che possono essere suddivisi in tre categorie, a seconda dell'entità degli scorrimenti permessi:

- giunti di piccola escursione, fino a circa 50 mm;
- giunti di media escursione, da 50 mm a 400 mm;
- giunti di grande escursione, da 400 mm a 1000 mm.

In progetto è prevista l'adozione di giunti di media escursione. Tali dispositivi sono costituiti da elementi di gomma, le cui dimensioni e sagomatura variano a seconda delle prestazioni richieste. All'interno della struttura in elastomero sono inseriti, mediante un processo di vulcanizzazione, idonei componenti metallici, al fine di conferire al sistema adeguate rigidità e resistenza. Il dispositivo risulta protetto dagli agenti esterni e dalla corrosione, essendo le lamiere completamente inglobate all'interno del rivestimento di gomma.

Le armature presenti dovranno garantire una adeguata portanza del dispositivo in corrispondenza dell'apertura strutturale ed un idoneo collegamento tra le strutture e gli elementi costituenti il giunto stesso.

La domanda di spostamento richiesta, di dilatazione o di contrazione, dovrà essere garantita attraverso la deformazione elastica di zone elastomeriche, precisamente individuate, o di idonei profili elastomerici. Sulla superficie superiore del dispositivo, perfettamente complanare con la pavimentazione stradale adiacente, saranno presenti una serie di aperture o varchi trasversali, al fine di garantire lo sviluppo delle suddette deformazioni elastiche.

Tali dispositivi dovranno essere fissati alla sottostruttura attraverso sistemi di ancoraggio meccanico – tasselli di acciaio ad espansione – oppure chimico – tirafondi o barre filettate.

L'impermeabilità del giunto dovrà essere garantita mediante un accoppiamento dei diversi moduli di tipo maschio-femmina. Una apposita scossalina sarà comunque installata inferiormente al dispositivo di giunto, all'interno dell'apertura strutturale, al fine di garantire una corretta raccolta e smaltimento delle eventuali acque di infiltrazione. La scossalina sarà quindi opportunamente connessa all'impermeabilizzazione dell'intera struttura.

12.2 TUBAZIONI A SEZIONE RETTANGOLARE IN C.A.P.

12.2.1 Generalità

Con struttura prefabbricata si intendono i componenti prodotti in stabilimenti permanenti o in impianti temporanei allestiti per uno specifico cantiere, ovvero realizzati a piè d'opera.

La progettazione, esecuzione e collaudo delle costruzioni prefabbricate sono disciplinate dalle norme contenute D.M. 14 gennaio 2008, nonché nella Circolare 2 febbraio 2009, n. 617 - Istruzioni per l'applicazione delle «Nuove norme tecniche per le costruzioni» di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008. Componenti di serie devono intendersi unicamente quelli prodotti in stabilimenti permanenti, con tecnologia ripetitiva e processi industrializzati, in tipologie predefinite per campi dimensionali e tipi di armature.

Di produzione occasionale si intendono i componenti prodotti senza il presupposto della ripetitività

tipologica. Il componente deve garantire i livelli di sicurezza e prestazione sia come componente singolo, nelle fasi transitorie di sformatura, movimentazione, stoccaggio, trasporto e montaggio, sia come elemento di un più complesso organismo strutturale una volta installato in opera.

I componenti in possesso di attestato di conformità secondo una specifica tecnica europea elaborata ai sensi della direttiva 89/106/CEE (marcatura CE) ed i cui riferimenti sono pubblicati sulla Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea sono intesi aver con ciò assolto ogni requisito procedurale di cui al deposito ai sensi dell'art. 9 della legge 05 novembre 1972, n. 1086 e alla certificazione di idoneità di cui agli artt. 1 e 7 della legge 2 febbraio 1974, n. 64. Resta l'obbligo del deposito della documentazione tecnica presso l'ufficio regionale competente ai sensi della vigente legislazione in materia.

Nel caso di prodotti coperti da marcatura CE, devono essere comunque rispettati, laddove applicabili, i punti 11.8.2, 11.8.3.4 e 11.8.5 del D.M. 14 gennaio 2008.

Comunque per i controlli sui componenti prefabbricati in c.a. e c.a.p. ci si atterrà a quanto previsto nel punto 11.8 del D.M. 14 gennaio 2008.

12.2.2 **Prodotti prefabbricati non soggetti a marcatura ce**

Per gli elementi strutturali prefabbricati qui disciplinati, quando non soggetti ad attestato di conformità secondo una specifica tecnica elaborata ai sensi della Direttiva 89/106/CEE (marcatura CE) e i cui riferimenti sono pubblicati sulla Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea, sono previste due categorie di produzione:

- serie dichiarata
- serie controllata

I componenti per i quali non sia applicabile la marcatura CE, ai sensi del D.P.R. 246/93 di recepimento della Direttiva 89/106/CEE, devono essere realizzati attraverso processi sottoposti ad un sistema di controllo della produzione ed i produttori di componenti occasionali, in serie dichiarata ed in serie controllata, devono altresì provvedere alla preventiva qualificazione del sistema di produzione, con le modalità indicate nel punto 11.8 del D.M. 14 gennaio 2008.

12.2.3 **Elementi prefabbricati in calcestruzzo armato a sezione rettangolare modulare**

Nell'ambito del presente lavoro è inclusa la fornitura e posa di elementi prefabbricati in calcestruzzo vibrocompresso armato, a sezione rettangolare di dimensioni interne nette riportate nelle tavole di progetto. Gli elementi prefabbricati dovranno essere conformi alla norma UNI EN 14844:2006, dimensionati per resistere ai carichi mobili di 1^a categoria (con marcatura CE secondo quanto previsto dal D.M. 14.01.2008 e relativi eurocodici) con ricoprimenti minimi e massimi rilevati dal profilo longitudinale di progetto.

Le armature dovranno essere dimensionate secondo quanto previsto dalla legge 1086 del 5/11/71 e tutte le successive integrazioni e modifiche, in particolare dovranno essere realizzate con doppia rete elettrosaldata e ferri aggiuntivi sagomati.

Gli elementi dovranno essere vibrocompressi, ben stagionati, compattati, levigati, lisci, perfettamente rettilinei, a sezione interna rettangolare, di spessore uniforme su tutte le pareti, scevri da screpolature e fessure, conforme alle norme tecniche emanate con D.M. 12.12.85 e successive modifiche od integrazioni. Il tubo dovrà essere confezionato con calcestruzzo di cemento tipo 425 Portland o come previsto da voce capitolato cementi, con classe di resistenza C 35/45 N/mm², con inerti perfettamente lavati di granulometria assortita di almeno 3 granulometrie, rispettando il fuso granulometrico di Fuller, in conformità a quanto re-scritto dalla UNI 206-2001. Il calcestruzzo dovrà essere prodotto nel cantiere di prefabbricazione con propri impianti di betonaggio, provvedendo oltre al controllo delle miscele, anche i controllo del rapporto acqua cemento tenendo conto dell'umidità degli inerti.

Lo scatolare dovrà essere armato con gabbia rigida costituita da rete elettrosaldata ($f_{yk} = 390 \text{ N/mm}^2$), e da eventuali ferri sagomati, saldati e posizionati correttamente in acciaio B450 C, opportunamente calcolata e dimensionata in funzione dei carichi e delle sollecitazioni previste, con copriferro min. di cm.3, con armatura di ripartizione longitudinale maggiore od uguale al 20% dell'armatura principale necessaria, con verifica al rischio sismico e verifica alla fessurazione secondo la normativa vigente.

Gli elementi dovranno essere posti in opera su base continua di calcestruzzo a consistenza plastica e resistenza caratteristica non inferiore a Rck 200, armata con rete elettrosaldata di acciaio Feb 44 K, dimensioni mm 6 , maglia 20X20 stesa, sovrapponendo maglia a maglia sulle giunzioni, con spessore minimo di cm 40 e realizzata come da disegni esecutivi, compreso l'onere del controllo della livelletta con l'ausilio di idonee apparecchiature laser.

Lo scatolare dovrà avere una lunghezza utile non inferiore a a quanto indicato negli elaborati di progetto, completo di giunto a risega a tutto spessore, con possibilità di posizionamento di guarnizione, conforme alle norme UNI EN 681-1:2006, alloggiata su apposita sede, atta a garantire la perfetta tenuta idraulica, tali da poter sopportare un carico mobile da 60 t. per ponti di I° categoria, con spessore di rinterro e caratteristiche come dai disegni di progetto, in conformità a quanto previsto dalla normativa sui cementi armati D.M. 09.01.96, D.M. 03.12.87.D.M. 04.05.90, e compreso di ganci di sollevamento a fungo per la movimentazione. I manufatti dovranno essere comunque privi di fori passanti e dovranno essere posti in opera con idonee attrezzature omologate secondo quanto previsto dalle normative vigenti sulla sicurezza nei cantieri.

Eventuali ispezioni per passo d'uomo dovranno essere predisposte con apposite dime in ferro zincato debitamente fissate all'armatura con adeguati cordoli di collegamento, il tutto integrato nel getto a perfetta regola d'arte.

Il sistema di giunzione dovrà essere del tipo ad incastro a norma ASTM C-789, perfettamente liscio negli elementi maschio e femmina, privi di gradini e/o riseghe, per consentire il perfetto posizionamento della guarnizione butilica (da fornire e mettere in opera nell'ambito del presente appalto), a norma ASTM C-990, e di dimensione 30x38 tipo CS-102 che in fase di schiacciamento verrà compressa in modo tale da riempire completamente i vuoti tra gli incastri assicurando così la tenuta idraulica. Il sistema di giunzione dovrà comprendere (fornitura e messa in opera) anche una guaina di protezione a norma ASTM E-1745, ASTM C-877e ASTM C-990 tipo CS-212 da 300 mm x 2,5

mm, con messa in opera mediante idoneo primer (primer a base acquosa tipo CS-75; primer al solvente tipo CS-50)

La D.L. potrà fare verificare a laboratorio di propria fiducia la rispondenza delle condotte, delle armature, della qualità della gomma degli elastomeri, del lubrificante e del rivestimento interno sia per spessore che per composizione, ogni spesa sarà a carico dell'Appaltatore. Nel prezzo è compresa altresì la stuccatura e sigillatura interna dei giunti con idonea malta antiritiro

Al fine di verificare in opera la tenuta idraulica delle giunzioni, dovrà essere sempre a disposizione della D.L. un prova giunti in grado di collaudare (0,5 bar) la qualità delle giunzioni stesse e del sistema di posa.

Dovrà essere attestato che le modalità di fabbricazione del tubo sono conformi alle procedure del sistema qualità di cui alle norme UNI EN ISO 9002, in ogni caso il manufatto dovrà essere fabbricato in officina o cantiere debitamente attrezzato, in possesso di Sistema di Qualità UNI EN ISO 9001:2000 certificato da ICQM avente sistema F.P.C. (controllo produzione fabbrica) e certificato secondo UNI EN 14844:2006 per elementi scatolari a sezione rettangolare o quadrata prefabbricate in cls, con procedimento atto a garantire il costante raggiungimento dei requisiti di tutti manufatti prodotti, tutte le operazioni che compongono il processo di lavorazione, dovranno essere ripetute secondo uno schema prestabilito e ben precisato,

Il tubo dovrà essere tale da garantire il rispetto delle prescrizioni contenute nell'allegato 4, dei "criteri, metodologie, e norme tecniche generali" di cui all'art.2, lettere b), d), e), della legge 11 maggio 1999, n°.152, recante norme per la tutela delle acque dall'inquinamento.

La posa del tubo dovrà comprendere i movimenti di terra oltre la larghezza e profondità dello scavo per la posa dei condotti, il sottofondo e i rinterri previsto dai grafici di progetto, compreso ogni altro onere per dare il lavoro finito a regola d'arte. La movimentazione dovrà essere effettuata mediante di ganci di sollevamento a fungo o con apposite "forche" tramite autogru di adeguata potenza; la giunzione tra gli elementi dovrà essere realizzata solamente mediante apparecchiature idrauliche o manuali di tiro (TIR-FOR), garantendo il corretto posizionamento della guarnizione di tenuta.

L'Impresa sarà tenuta a fornire tutti i calcoli di verifica, firmati da un professionista abilitato.

Se richieste e su giudizio insindacabile della Direzione Lavori l'impresa dovrà presentare le prove dei materiali impiegati per la costruzione del condotto, rilasciate da un Istituto di ricerca autorizzato a tale scopo.

12.2.4 Normative di riferimento

☐ UNI EN 14844:2006

"Prodotti Prefabbricati in Calcestruzzo Elementi Scatolari", nonché per gli aspetti richiamabili nella norma UNI EN 206-1:2006 "Calcestruzzo, specificazione, produzione e conformità" e nella norma UNI EN 13369:2004 "Regole comuni per prodotti prefabbricati di calcestruzzo".

☐ Legge 1086 del 05/11/1971

Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio, normale e precompresso ed a struttura metallica.

- ☐ Legge 64 del 02/02/1974

Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.

- ☐ D.M. LLPP del 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.

- ☐ D.M. LLPP del 14/02/1992

Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche.

- ☐ D.M. 9 Gennaio 1996

Norme Tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche.

- ☐ D.M. 16 Gennaio 1996

Norme Tecniche relative ai Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi.

- ☐ D.M. 16 Gennaio 1996

Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche

- ☐ Circolare Ministero LLPP 15 Ottobre 1996 N. 252 AA.GG./S.T.C.

- ☐ Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche di cui al D.M. 9 Gennaio 1996

- ☐ Circolare Ministero LLPP 10 Aprile 1997 N. 65/AA.GG.

- ☐ Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche di cui al D.M. 16 Gennaio 1996

12.2.5 Responsabilità e competenze

Il Progettista e il Direttore tecnico dello stabilimento di prefabbricazione, ciascuno per le proprie competenze, sono responsabili della capacità portante e della sicurezza del componente, sia incorporato nell'opera, sia durante le fasi di trasporto fino a piè d'opera.

È responsabilità del progettista e del Direttore dei lavori del complesso strutturale di cui l'elemento fa parte, ciascuno per le proprie competenze, la verifica del componente durante il montaggio, la messa in opera e l'uso dell'insieme strutturale realizzato.

I componenti prodotti negli stabilimenti permanenti devono essere realizzati sotto la responsabilità di un Direttore tecnico dello stabilimento, dotato di adeguata abilitazione professionale, che assume le responsabilità proprie del Direttore dei lavori.

I componenti di produzione occasionale devono inoltre essere realizzati sotto la vigilanza del Direttore dei lavori dell'opera di destinazione.

12.2.6 Posa in opera

Nella 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 e per 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 della 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.

12.2.7 Tolleranze

Il progetto deve indicare le tolleranze minime di produzione che dovrà rispettare il componente. Il componente che non rispetta tali tolleranze, sarà giudicato non conforme e quindi potrà essere consegnato in cantiere per l'utilizzo nella costruzione solo dopo preventiva accettazione da parte del Direttore dei lavori.

Il progetto dell'opera deve altresì tener conto delle tolleranze di produzione, tracciamento e montaggio assicurando un coerente funzionamento del complesso strutturale.

Il montaggio dei componenti ed il completamento dell'opera devono essere conformi alle previsioni di progetto. Nel caso si verificassero delle non conformità, queste devono essere analizzate dal Direttore dei lavori nei riguardi delle eventuali necessarie misure correttive.

12.2.8 Controllo e accettazione

Per i controlli sulle strutture prefabbricate di calcestruzzo armato e precompresso ci si atterrà a quanto previsto dal D.M. 14 gennaio 2008.

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

La qualità del calcestruzzo, è controllata dal Direttore dei Lavori, secondo le procedure di cui al punto 11.8. del D.M. 14 gennaio 2008.

13. FONDAZIONI SPECIALI

13.1 MICROPALI

13.1.1 Generalità

L'utilizzo dei micropali è previsto nella realizzazione della fondazione del muro intervento A1 (area bersaglio) e intervento B1 in via Abegg, con la finalità di garantirne la stabilità geotecnica.

I pali dovranno avere diametro minimo di perforazione pari a:

- intervento A1 160 mm;
- intervento B1, B2 e C in fondazione 250 mm;
- intervento B1 a tergo muro esistente di consolidamento 200 mm;

ed il getto del palo deve essere fatto con malte di cemento iniettate a pressione. L'armatura è costituita da elementi tubolari in acciaio

- intervento A1 S 275 H ($\phi 114.3$ mm sp 10 mm)
- intervento B1, B2 e C in fondazione S 355 H ($\phi 168.3$ mm sp 10 mm)
- intervento B1 a tergo muro esistente di consolidamento S 355 H ($\phi 114.3$ mm sp 10 mm).

In relazione al tipo di getto si distinguono i seguenti due tipi di micropalo:

- con iniezione a bassa pressione;
- con iniezione ad alta pressione, anche ripetuta.

13.1.2 Tolleranze geometriche

Rispetto alle dimensioni indicate nei disegni sono ammesse le seguenti tolleranze:

- sulle coordinate planimetriche: $\cong 5$ cm;
- sulla verticalità: 2%.

Il diametro dell'utensile di perforazione deve risultare non inferiore al diametro nominale del micropalo.

13.1.3 Modalità esecutive

La perforazione dovrà essere eseguita a distruzione, a rotazione o rotopercussione, secondo il tipo di materiale da attraversare (terreno, roccia, calcestruzzo, muratura, ecc.).

Vengono utilizzate teste di rotazione o rotopercussione oppure utensili operanti a fondo foro (wireline, martello a fondo foro); ove necessario va previsto l'utilizzo di corone diamantate.

Il fluido per il raffreddamento dell'utensile e per l'asportazione dei detriti può essere costituito da aria, schiume, acqua o fanghi, secondo terreno, attrezzatura e tecnica adottati.

La circolazione di aria o schiuma non può essere utilizzata attraversando terreni non lapidei al di sotto del livello di falda.

L'adozione di un rivestimento metallico provvisorio a sostegno delle pareti può risultare necessaria o meno in relazione al tipo di terreno attraversato o della tecnica di perforazione adottata.

La trivellazione può, in certi terreni, essere eseguita anche con elica continua senza fluido in circolazione.

La perforazione deve essere comunque condotta con modalità ed utensili tali da consentire la regolarità delle successive operazioni di getto, in particolare deve essere minimizzato il disturbo del terreno nell'intorno del foro.

Al termine della perforazione il foro viene accuratamente sgombrato dai detriti azionando il fluido di circolazione o l'utensile asportatore, senza operare con l'utensile disgregatore.

L'ordine di esecuzione dei pali nell'ambito di ciascun gruppo deve assicurare la non interferenza delle perforazioni con fori in corso di iniezione o in attesa di formazione della guaina, ove occorra anche spostando la perforatrice su gruppi continui prima di ultimare la perforazione dei micropali del gruppo in lavorazione.

13.1.4 **Formazione del fusto del micropalo**

La formazione del fusto dovrà iniziare immediatamente dopo la perforazione di ciascun micropalo. In caso contrario la perforatrice dovrà restare in posizione fino alla successiva ripresa del lavoro e si dovrà provvedere quindi alla pulizia del preforo, subito prima che inizino le operazioni di posa delle armature e di getto della malta. In ogni caso non dovrà trascorrere più di un'ora tra il termine della perforazione e l'inizio del getto della malta.

La miscela cementizia per l'iniezione avrà la seguente composizione indicativa:

- cemento d'alto forno o pozzolanico tipo 42.5R: 900 kg/m³ (9 kN/m³);
- rapporto acqua/cemento: 0,50;
- rapporto inerti/cemento: 0,03;
- rapporto fluidificanti/cemento: 0,03;
- rapporto bentonite/cemento: 0,04.

Come inerti sono ammessi ceneri volanti oppure polverino calcareo con il requisito di essere totalmente passanti al vaglio 0,075 mm.

La resistenza cubica a compressione della miscela cementizia deve risultare non inferiore a 30 MPa.

La composizione definitiva della miscela, che deriverà da adeguate prove di laboratorio, dovrà essere preventivamente approvata dalla Direzione dei Lavori.

13.1.5 Micropali a bassa pressione

Il foro dovrà essere interamente rivestito fatte salve le porzioni di roccia dura; la posa della malta avverrà in un primo momento entro il rivestimento provvisorio, tramite apposito tubo di convogliamento.

Successivamente si applica al rivestimento una idonea testa a tenuta alla quale si invia aria in pressione (0,50÷0,60 MPa) mentre si solleva gradualmente il rivestimento fino alla sua prima giunzione. Si smonta allora la sezione superiore del rivestimento e si applica la testa di pressione alla parte rimasta nel terreno, previo rabbocco dall'alto per riportare a livello la malta. Si procede analogamente per le sezioni successive fino a completare l'estrazione del rivestimento.

In relazione alla natura del terreno può essere consigliabile evitare la pressione d'aria agli ultimi 5÷6 m di rivestimento da estrarre, per evitare la fratturazione idraulica degli strati superficiali.

13.1.6 Micropali con iniezione ad alta pressione

Le fasi della formazione del fusto sono di seguito riportate.

Formazione della guaina, cioè riempimento della cavità anulare compresa tra il tubo a valvole e le pareti del preforo, ottenuta alimentando con apposito condotto di iniezione ed otturatore semplice la valvola più bassa finché la malta risale fino alla bocca del foro.

Qualora si impieghi per la perforazione un fango di cemento e bentonite destinato a rimanere nel foro per la formazione della guaina, esso sarà confezionato adottando i seguenti rapporti di peso:

- bentonite/acqua: 0,05÷0,08;
- cemento/acqua: 1,80÷2,30.

Lavaggio con acqua all'interno del tubo a valvola.

Iniezione ad alta pressione: avvenuta la presa della malta precedentemente posta in opera, si iniettano valvola per valvola volumi di malta non eccedenti il triplo del volume del preforo di competenza della valvola che viene iniettata, senza superare durante l'iniezione la pressione corrispondente alla fratturazione idraulica del terreno ("claquage"), segnalata da un brusco calo di pressione nelle fasi di iniezione.

Lavaggio con acqua all'interno del tubo. Avvenuta la presa della malta precedentemente iniettata, si ripete l'iniezione in pressione limitatamente alle valvole per le quali:

- il volume iniettato non abbia raggiunto il limite predetto, a causa dell'incipiente fratturazione idraulica del terreno;
- le pressioni residue di iniezione misurata a bocca foro al raggiungimento del limite volumetrico non superino 0,7 MPa.

Al termine delle iniezioni si deve riempire a gravità l'interno del tubo.

Tale tecnica non viene utilizzata nell'ambito dei presenti lavori.

13.1.7 Armature metalliche

Le armature metalliche devono essere estese a tutta la lunghezza del micropalo e devono sporgere di quanto definito dal progetto, fino ad un massimo di 250 cm, dalla quota testa micropalo, finito e scapitozzato, in modo da immorsarsi nella fondazione.

Si devono usare tubi di acciaio come indicati al paragrafo 13.1.1 secondo le indicazioni riportate nelle tavole di progetto, senza saldatura longitudinale. Le giunzioni tra i diversi spezzoni di tubo possono essere ottenute mediante manicotti filettati o saldati.

La tensione a snervamento dei tubolari di armatura dei micropali deve essere almeno pari a 275 N/mm^2 per l'acciaio S275 H con tensione a rottura minima pari a 430 N/mm^2 e a 355 N/mm^2 per l'acciaio S355 H con tensione a rottura minima pari a 510 N/mm^2 .

Nel caso di getto del micropalo ad alta pressione i tubi di armatura devono essere dotati di apposite valvole, 2 o 3 ogni metro lineare, per l'iniezione. Essi devono essere scovolati internamente dopo l'esecuzione dei fori di uscita della malta, allo scopo di asportare le sbavature lasciate dal trapano.

Le valvole devono essere costituite da manicotti di gomma di spessore minimo di 3.5 mm aderenti al tubo e mantenuti in posto mediante anelli in fili di acciaio (diametro $\cong 4 \text{ mm}$) saldati al tubo in corrispondenza dei bordi del manicotto.

In alternativa l'Appaltatore può sottoporre all'approvazione dell'Ufficio di Direzione Lavori l'impiego di tipi di valvole brevettate o comunque sperimentate, fornendo la relativa documentazione tecnica ed esempi di lavoro svolti. La valvola più bassa sarà posta subito sopra il fondello che occlude la base del tubo. Le armature tubolari devono essere dotate di distanziatori non metallici per assicurare un copriferro minimo di 1,5 cm posizionati di preferenza sui manicotti di giunzione.

13.1.8 Miscela d'iniezione

La miscela cementizia per l'iniezione dei micropali dovrà avere la seguente composizione indicativa:

- **cemento d'alto forno o pozzolanico tipo 42.5 R: 900 kg/m^3 ;**
- rapporto acqua/cemento: 0,50;
- rapporto inerti cemento: 0.03;
- rapporto fluidificanti/cemento: 0.03;
- rapporto bentonite/cemento: 0.04;

Come inerti sono ammessi ceneri volanti oppure polverino calcareo con il requisito di essere totalmente passanti al vaglio 0,075 mm.

La resistenza cubica a compressione della miscela cementizia deve risultare non inferiore a 35 MPa.

La composizione definitiva della miscela, che deriverà da adeguate prove di laboratorio, dovrà essere preventivamente approvata dalla Direzione dei Lavori.

13.1.9 Controlli e documentazione dei lavori

In corso di iniezione si preleva un campione di miscela per ogni micropalo, col quale sono confezionati **cubetti di 10 cm di lato**, da sottoporre a prove di resistenza cubica a compressione nella misura di almeno una prova per ogni micropalo, salvo diversa indicazione dell'Ufficio di Direzione Lavori.

L'esecuzione di ogni singolo micropalo deve essere documentata mediante la compilazione di una apposita scheda sulla quale si registrano i dati seguenti:

- identificazione del micropalo;
- data del getto;
- quantità di miscela posta in opera nella formazione del fusto;
- numero dei prelievi per il controllo della resistenza a compressione e valori della stessa;
- lunghezza totale del micropalo: quote fondo e testa micropalo;
- geometria dei tubi di armatura.

Per quanto attiene i micropali impiegati nella realizzazione della biglia di fondo della vasca di monte, in virtù della loro collaborazione statica "a trazione" con la struttura in calcestruzzo armato si ritiene necessario prevedere prove di carico in corso d'opera. Queste ultime dovranno essere eseguite secondo quanto previsto dal citato DM 14/01/2008 ai paragrafi 6.4.3.6 e 6.4.3.7.

Eventuali prove aggiuntive che si rendessero necessarie rispetto a quelle sopra indicate previste per legge, richieste dalla Direzione lavori o dal Collaudatore, costituiranno onere a totale carico dell'Impresa appaltatrice. In ogni caso quest'ultima è comunque tenuta a fornire la necessaria assistenza di uomini e mezzi per l'esecuzione di tutte le prove, siano esse previste in progetto che ordinate dalla D.L. o dall'organo di collaudo.

13.2 TRATTAMENTI COLONNARI DI TERRA STABILIZZATA JET-GROUTING

13.2.1 Generalità

I trattamenti colonnari, ovvero quei trattamenti di consolidamento e impermeabilizzazione realizzati stabilizzando mediante rimescolamento il terreno con una miscela legante di acqua - cemento immessa a getto ad altissima pressione, dovranno essere eseguiti secondo modalità di dettaglio approvate dall'Ufficio di Direzione Lavori e potranno essere realizzati in posizione verticale o comunque inclinati in relazione alle previsioni progettuali.

Vengono innanzitutto distinte tre diverse tipologie di iniezione per la realizzazione delle colonne di terra stabilizzata jet-grouting:

- Sistema di gettiniezione normale o monofluido

È prevista l'iniezione a pressione di un solo fluido, normalmente miscele di acqua e cemento, eventualmente con aggiunte di bentonite e/o additivi.

È possibile ottenere colonne di terreno trattato di diametro variabile da 35÷40 cm in terreni coesivi sino a 80 cm in terreni incoerenti.

- Sistema di gettiniezione bifluido

Si basa sul presupposto secondo il quale il raggio di azione di un getto di un liquido aumenta notevolmente se questo è contornato da un getto anulare di aria di velocità almeno pari.

I fluidi utilizzati sono una miscela di acqua-cemento (con eventualmente bentonite e/o additivi) e aria. L'iniezione avviene radialmente alla batteria di aste attraverso due ugelli coassiali: dall'ugello centrale fuoriesce il getto della miscela cementizia a circa 150÷200 m/s, mentre l'aria viene iniettata dall'ugello estremo anulare ad una velocità di circa 300 m/s.

Si possono ottenere colonne di diametro variabile da 100 cm, in terreni coesivi, sino a 160÷180 cm in terreni incoerenti granulari.

- Sistema di gettiniezione trifluido

Vengono utilizzati tre fluidi: acqua e aria ad altissima velocità (300÷350 m/s), e una miscela cementizia a media velocità (50÷80 m/s). I primi due fluidi vengono iniettati nel terreno a mezzo di due ugelli coassiali con la stessa metodologia descritta per i jet bifluido, con la funzione di disgregare il terreno; la miscela cementizia viene invece iniettata da un ugello situato al di sotto dei primi due.

Si possono ottenere colonne di diametro variabile da 100 cm, in terreni coesivi, sino a 180÷200 cm in terreni incoerenti granulari.

Nei relativi prezzi di elenco si intendono comprese e compensate tutte le prestazioni, forniture ed oneri per dare i trattamenti colonnari completi in opera secondo le previsioni di progetto e le prescrizioni delle presenti Norme.

Sono compresi tra gli altri:

- le preparazioni del piano di lavoro ed i tracciamenti;
- il carico e trasporto a rifiuto degli eventuali fanghi di risulta, compreso il loro trattamento secondo le leggi vigenti;
- tutte le prove, i controlli e la documentazione dei lavori.

Sono esclusi:

- la perforazione a vuoto;
- la fornitura e posa in opera dell'eventuale armatura metallica; che verranno compensati con i relativi prezzi di elenco.

13.2.2 Tolleranze

Le tolleranze ammesse sull'assetto geometrico delle colonne di terreno consolidato sono le seguenti:

- la posizione dell'asse di ciascun punto di trattamento non dovrà discostarsi da quella di progetto più di 5 cm salvo diverse prescrizioni dell'Ufficio di Direzione Lavori;
- la deviazione dell'asse della colonna rispetto all'asse di progetto non dovrà essere maggiore dell'1,5%;
- la lunghezza non dovrà differire di circa 15 cm da quella di progetto;
- il diametro delle colonne non dovrà in nessuno caso risultare inferiore a quello nominale indicato in progetto.

13.2.3 Sistema di gettiniezione normale o monofluido

La perforazione deve essere eseguita a rotazione o a rotopercolazione, con diametro di almeno 20 mm superiore a quello della batteria di aste e del monitor.

Può essere utilizzata per la perforazione la stessa batteria di aste da utilizzare per la gettiniezione; in questo caso il monitor deve essere del tipo autoperforante, cioè munito al piede di scalpello a lame o a rulli e con un dispositivo di deviazione del fluido di perforazione dallo scalpello agli ugelli per il getto della miscela.

Una volta terminata la perforazione, deve essere calata nel foro la batteria per la gettiniezione, di diametro costante di circa 70 mm e formata da tubi in acciaio di grosso spessore atti a resistere a forti pressioni interne, con giunzioni filettate tali da garantire la tenuta idraulica. La parte inferiore deve quindi essere collegata al monitor porta ugelli sopra descritto.

Nel caso che la perforazione venga eseguita con il monitor autoperforante, questa fase non esiste.

Nel caso la perforazione abbia richiesto per la sua esecuzione di una tubazione di rivestimento provvisorio, si deve provvedere al suo recupero.

La miscela dovrà essere costituita da acqua e cemento tipo 425, nel rapporto compreso tra 0,7/1 e 1,5/1, con impiego eventuale di additivi secondo le disposizioni dell'Ufficio di Direzione Lavori, e dovrà essere iniettata a pressioni pari a 30÷40 MPa.

La quantità di miscela iniettata dovrà superare il 70% del volume teorico del terreno da trattare, con un minimo di 350 kg di cemento (peso secco) per metro cubo di terreno trattato. Mentre la miscela fuoriesce dagli ugelli posti alla estremità inferiore delle aste di iniezione, a queste ultime viene impresso un moto di rotazione ed estrazione a velocità predeterminata, tale comunque da soddisfare le seguenti condizioni:

- velocità di rotazione: 10÷20 giri al minuto;
- velocità di estrazione: 2÷6 minuti per metro.

La resistenza a compressione semplice del terreno consolidato dovrà risultare $\cong 10$ MPa a 28 gg nei materiali incoerenti, con limite minimo di 5 MPa a 40 gg nei terreni coesivi, salvo diverse indicazioni dell'Ufficio di Direzione Lavori a seguito dei risultati delle eventuali colonne prova.

Il valore dell'R.Q.D. dovrà risultare non inferiore al 70%.

Nel caso per esigenze di progetto o a causa della particolare natura del terreno venga richiesta anche la fase della gettiniezione preliminare, la sua esecuzione deve avvenire secondo le modalità previste per il trattamento, iniettando acqua al posto della miscela.

13.2.4 Sistema di gettiniezione bifluido

La perforazione deve essere eseguita a rotazione o a rotopercussione, con diametro di almeno 20 mm superiore a quello della batteria di aste a due condotti e monitor.

Può essere utilizzata per la perforazione la stessa batteria di aste da utilizzare per la gettiniezione; in questo caso il monitor deve essere del tipo autoperforante, cioè munito al piede di scalpello a lame o a rulli e con un dispositivo di deviazione del fluido di perforazione dallo scalpello agli ugelli per il getto della miscela.

Una volta terminata la perforazione, deve essere calata nei fori la batteria per la gettiniezione, di diametro costante di circa 90 mm e formata da due tubi in acciaio concentrici in maniera tale che nel tubo centrale venga convogliata la miscela ad altissima pressione, mentre nello spazio anulare periferico venga inviata l'aria compressa; la parte inferiore è collegata con il monitor descritto al punto precedente.

Nel caso che la perforazione venga eseguita con il monitor autoperforante, questa fase non esiste.

Nel caso la perforazione abbia richiesto per la sua esecuzione di una tubazione di rivestimento provvisorio, si deve provvedere al suo recupero.

La miscela cementante, di caratteristiche analoghe a quella descritta al paragrafo 13.2.3, deve essere iniettata a pressioni pari a 30÷40 MPa; l'aria compressa deve essere iniettata a pressioni pari a 0,7÷1,7 MPa.

La quantità di miscela iniettata dovrà superare il 70% del volume teorico del terreno da trattare, con un minimo di 400 kg di cemento (peso secco) per metro cubo di terreno trattato. Mentre la miscela fuoriesce dagli ugelli posti alla estremità inferiore delle aste di iniezione, a queste ultime viene immesso un moto di rotazione ed estrazione a velocità predeterminata, tale comunque da soddisfare le seguenti condizioni:

- velocità di rotazione: 3÷10 giri al minuto;
- velocità di estrazione: 20÷30 minuti per metro.

La resistenza a compressione semplice del terreno consolidato dovrà risultare \geq MPa a 28 gg nei materiali incoerenti, con limite minimo di 5 MPa a 40 gg negli eventuali interstrati di materiali coesivi, salvo diverse indicazioni dell'Ufficio di Direzione Lavori a seguito dei risultati del campo prove.

Il valore dell'R.Q.D. dovrà risultare non inferiore al 70%.

Nel caso per esigenze di progetto o a causa della particolare natura del terreno venga richiesta anche la fase della gettiniezione preliminare, la sua esecuzione deve avvenire secondo le modalità previste per il trattamento, iniettando acqua al posto della miscela.

13.2.5 Sistema di gettiniezione trifluido

La perforazione deve essere eseguita a rotazione o a rotopercussione, con diametro di almeno 20 mm superiore a quello della batteria di aste a due condotti e monitor.

Può essere utilizzata per la perforazione la stessa batteria di aste da utilizzare per la gettiniezione; in questo caso il monitor deve essere del tipo autoperforante, cioè munito al piede di scalpello a lame o a rulli e con un dispositivo di deviazione del fluido di perforazione dallo scalpello agli ugelli per il getto della miscela.

Una volta terminata la perforazione, deve essere calata nel foro la batteria per la gettiniezione, di diametro costante di circa 90 mm e formata da tre tubi in acciaio concentrici predisposti in modo tale che nel tubo centrale venga convogliata l'acqua ad altissima pressione, nello spazio anulare intermedio l'aria compressa ed in quello periferico la miscela; la parte inferiore è collegata con il monitor descritto al punto precedente.

Nel caso che la perforazione venga eseguita con il monitor autoperforante, questa fase non esiste.

Nel caso la perforazione abbia richiesto per la sua esecuzione di una tubazione di rivestimento provvisorio, si deve provvedere al suo recupero.

La pressione di iniezione dell'acqua dovrà essere superiore a 40 MPa, quella della miscela di 2÷7 MPa e la quantità di miscela iniettata dovrà superare il 70% del volume teorico del terreno da trattare, con un minimo di 400 kg di cemento (peso secco) per metro cubo di terreno trattato. Mentre aria, acqua e miscela fuoriescono dagli ugelli posti alla estremità inferiore delle aste di iniezione, a queste ultime viene impresso un moto di rotazione e risalita a velocità predeterminata, tale comunque da soddisfare le seguenti condizioni:

- velocità di rotazione: 3÷7 giri al minuto;
- velocità di estrazione: 20÷30 minuti per metro.

La resistenza a compressione semplice del terreno consolidato dovrà risultare ≥ 8 Mpa a 28 gg. nei materiali incoerenti, con limite minimo di 5 MPa a 40 gg. negli eventuali interstrati di materiali coesivi, salvo diverse indicazioni dell' Ufficio di Direzione Lavori a seguito dei risultati del campo prove. Il valore dell'R.Q.D. dovrà risultare non inferiore al 70%

Nel caso per esigenze di progetto o a causa della particolare natura del terreno venga richiesta anche la fase della gettiniezione preliminare, la sua esecuzione deve avvenire secondo le modalità previste per il trattamento, con la sola differenza che in questa fase non verrà iniettata la miscela.

13.2.6 **Armatura dei trattamenti colonnari**

Quando previsto in progetto o formalmente ordinato dall'Ufficio di Direzione Lavori, le colonne dovranno essere armate con elementi in acciaio (tubi o barre), da introdurre a spinta con idonea attrezzatura nel corpo delle colonne in corrispondenza del preforo, appena ultimata l'iniezione e prima che la miscela inizi la presa.

Nel caso l'Ufficio di Direzione Lavori ordini l'inserimento dell'armatura in acciaio ad avvenuta presa della miscela, si dovrà procedere alla esecuzione di un foro di diametro adeguato nel corpo delle colonne, all'introduzione dell'armatura ed al suo inghisaggio mediante iniezione a pressione di malta di cemento; la malta verrà iniettata attraverso lo stesso tubo in acciaio quando l'armatura è tubolare e attraverso un tubo in PVC quando l'armatura è in barre.

13.2.7 **Documentazione lavori**

L'esecuzione di ogni trattamento colonnare sarà documentata mediante la compilazione da parte dell'Appaltatore, in contraddittorio con l'Ufficio di Direzione Lavori, di una apposita scheda sulla quale si registreranno i dati seguenti:

- identificazione della colonna;
- data di inizio perforazione e termine iniezione;
- profondità di perforazione con inizio e fine del tratto consolidato;
- durata dell'iniezione;
- assorbimento totale effettivo di miscela di iniezione;
- tipo e quantitativo di additivi eventualmente impiegati;
- risultati delle prove di rottura e compressione semplice della miscela cementizia.

13.2.8 **Controlli**

I controlli sui trattamenti colonnari da eseguire a cura e spese dell'Appaltatore, d'intesa con l'Ufficio di Direzione Lavori e con la frequenza di seguito indicata, dovranno essere finalizzati a verificare la congruenza dei risultati conseguiti in sede operativa con le tolleranze ammesse e le soglie minime di resistenza.

La geometria dei trattamenti (diametro, posizione e deviazione dell'asse, lunghezza) e la resistenza a compressione del terreno consolidato dovranno essere accertati con le prove sotto elencate su colonne scelte dall'Ufficio di Direzione Lavori:

- scavi di ispezione e prelievo di campioni indisturbati su tratti di colonne in ragione di una colonna ogni 100 eseguite; gli scavi dovranno essere spinti almeno fino alla profondità di 4 m e successivamente rinterrati procedendo a strati accuratamente compattati;
- sondaggi sulle colonne, in ragione di una colonna ogni 100 eseguite mediante carotaggio a rotazione continua con batteria di aste e doppio carotiere con corone diamantate di diametro nominale D 100 mm.

Il sondaggio dovrà essere posizionato all'incirca a metà del raggio teorico della colonna e dovrà essere spinto per tutta la lunghezza della colonna fino a penetrare nel terreno naturale alla base della stessa. Si dovrà evitare che l'acqua di spurgo dilavi la carota.

Le carote estratte devono essere custodite con cura in apposite cassette catalogatrici.

In questa fase dovrà essere determinato l'indice R.Q.D. (Indice di Recupero Modificato) espresso come percentuale di recupero del carotaggio tenendo conto dei soli spezzoni di carota di lunghezza $\cong 100\text{ mm}$:

$$R.Q.D.\% = \frac{\text{Somma della lunghezza degli spezzoni } \cong 100\text{ mm}}{\text{Lunghezza perforata}} \times 100$$

L'Ufficio di Direzione Lavori selezionerà un certo numero di campioni per carota (mediamente da 3 a 5) da sigillare con paraffina entro fustelle in PVC e da inviare in laboratorio per le prove di resistenza a compressione.

Negli scomparti delle cassette catalogatrici saranno inseriti distanziatori al posto dei campioni di carota prelevati per il laboratorio e su ciascuno saranno indicati la quota e la lunghezza del campione.

Ogni cassetta verrà fotografata utilizzando film a colori ed avendo cura che le quote ed i riferimenti (cantiere, numero sondaggio) risultino leggibili anche nel fotogramma.

Qualora dalle prove di cui sopra risultasse che anche uno solo dei parametri sottoelencati:

- tolleranze geometriche: posizione dell'asse, deviazione dell'asse, lunghezza, diametro;
- resistenza a compressione semplice;
- valore di R.Q.D.;

è variato rispetto a quanto stabilito in precedenza con scostamenti negativi contenuti nei limiti del 10%, l'Ufficio di Direzione Lavori, d'intesa con il progettista, effettuerà una verifica della sicurezza.

Nel caso che tale verifica dia esito positivo, il trattamento colonnare verrà accettato, ma il suo prezzo unitario verrà decurtato del 15%.

Qualora gli scostamenti negativi superino il limite del 10% l'Appaltatore sarà tenuto a sua totale cura e spesa al rifacimento dei trattamenti oppure all'adozione di quei provvedimenti che, proposti dalla stessa, per diventare operativi, dovranno essere formalmente approvati dall'Ufficio di Direzione Lavori.

13.3 PALI TRIVELLATI

13.3.1 Tolleranze geometriche

Rispetto alle dimensioni indicate nei disegni di progetto, sono ammesse le seguenti tolleranze:

- sulle coordinate planimetriche: $\sim 5\text{ cm}$;
- sulla verticalità: 1% ;

- sulla profondità: da -10 cm a +50 cm di approfondimento.

I controlli di verticalità dovranno essere eseguiti con inclinometri applicati sulle aste di perforazione e/o, prima dei getti, con sonde ad ultrasuoni.

13.3.2 Preparazione del piano di lavoro e generalità

Il piano di lavoro deve essere mantenuto, durante la trivellazione e l'esecuzione del getto, ad una quota superiore di almeno 1 metro a quella di massima escursione della falda.

Una volta iniziata l'esecuzione del singolo palo, le lavorazioni dovranno essere proseguite senza soluzione alcuna di continuità fino a dare il palo stesso ultimato alla quota richiesta.

Qualora, per guasti ai macchinari, si debba sospendere la trivellazione od il getto, l'Appaltatore dovrà darne immediato avviso all'Ufficio di Direzione Lavori, che si riserva di degradare o di non accettare il palo interrotto.

Appena terminato il getto, il tratto di perforazione a vuoto compreso tra il piano di lavoro e la sommità del palo dovrà essere riempito con inerti puliti.

Il materiale di risulta della trivellazione, sia a vuoto che per esecuzione di palo, dovrà essere allontanato dal cantiere e trasferito in area idonea scelta e predisposta dall'Appaltatore, usando tutti gli accorgimenti del caso onde evitare dispersioni degli eventuali fanghi bentonitici, i cui residui dovranno essere trattati secondo la vigente normativa sui rifiuti.

La perforazione deve essere eseguita in maniera tale da:

- evitare il verificarsi di fenomeni di rilascio, di sifonamento e di sgrottamento del terreno;
- evitare rapide variazioni della pressione del fango;
- garantire la richiesta verticalità del manufatto.

La trivellazione può essere eseguita o con circolazione rovescia di fanghi in cui opera un utensile disagregatore azionato a rotazione o con fanghi in quiete in cui opera la benna di scavo costituita da bucket.

Per diminuire la decompressione sia del terreno sottostante sia delle pareti del foro, il bucket dovrà avere diametro inferiore a quello del palo e dovrà essere dotato di denti alesatori per mezzo dei quali si raggiunge, durante le perforazioni, il diametro nominale del palo stesso, con la sola tolleranza del 5% in più che, comunque, non è presa in considerazione al fine di un diverso carico di esercizio da affidare al singolo palo.

Il livello dei fanghi dovrà essere mantenuto almeno 1,0 m sopra il livello massimo di escursione della falda.

Al termine della perforazione si dovrà procedere all'accurato sgombero del terreno smosso e dei detriti di perforazione depositatisi sul fondo del foro, fino a realizzare un peso di volume dei fanghi prima dell'operazione di getto del conglomerato cementizio pari a $1,15 \text{ t/m}^3$ ($11,50 \text{ kN/m}^3$).

I valori prescritti sono altresì ottenibili attraverso sostituzione dei fanghi e dissabbiamento.

I fanghi dovranno essere ottenuti miscelando, in acqua, bentonite in polvere ed eventuali additivi (disperdenti, sali tampone, ecc.) fino ad ottenere una sospensione finemente dispersa; il dosaggio in bentonite, espresso come percentuale in peso rispetto all'acqua, dovrà risultare compreso tra il 5% ed il 10%, tenuto altresì conto delle caratteristiche dei terreni da attraversare.

Gli eventuali additivi dovranno essere prescelti tenendo conto della natura e dell'entità degli elettroliti presenti nell'acqua di falda, in modo da evitare la flocculazione del fango.

La composizione e le caratteristiche del fango bentonitico dovranno essere quelle prescritte dal progettista e comunque tali da garantire la stabilità delle pareti dello scavo; il fango bentonitico dovrà avere peso di volume non inferiore a $1,04 \div 1,07 \text{ t/m}^3$ ($10,4 \div 10,7 \text{ kN/m}^3$), viscosità Marsh compresa fra 38 s e 55 s e dovrà essere ottenuto con bentonite avente limite di liquidità non inferiore a 200%.

La bentonite da impiegare dovrà inoltre corrispondere ai seguenti requisiti:

- residuo al setaccio n.38 della serie UNI n.2331-2332: $\leq 1\%$
- tenore di umidità: $\leq 15\%$
- limite di liquidità: > 400
- viscosità Marsh 1500/1000 della sospensione al 6% in acqua distillata: $> 40 \text{ s}$
- decantazione della sospensione al 6% in 24 ore: $< 2\%$
- acqua separata per presso filtrazione di 450 cm^3 della sospensione al 6% in 30 minuti alla pressione di 0,7 MPa: $< 18 \text{ cm}^3$
- pH dell'acqua filtrata: $> 7; < 9$
- spessore del cake sul filtro della filtropressa: $\leq 2,5 \text{ mm}$

I fanghi, prima di essere impiegati nella perforazione, dovranno rimanere almeno 24 ore in apposite "vasche di maturazione" e al momento dell'impiego dovranno avere le caratteristiche precedentemente descritte.

L'Appaltatore dovrà costantemente mantenere operanti idonee apparecchiature di depurazione che consentano di contenere entro limiti ristretti la quantità di materiale trattenuto in sospensione dai fanghi di perforazione.

L'efficacia di tali apparecchiature dovrà essere tale da mantenere costantemente il peso di volume dei fanghi presenti nel foro entro i limiti seguenti:

- non superiore a $1,25 \text{ t/m}^3$ ($12,5 \text{ kN/m}^3$) nel corso della perforazione;
- non superiore a $1,15 \text{ t/m}^3$ ($11,5 \text{ kN/m}^3$) prima dell'inizio delle operazioni di getto.

I valori sopraindicati si riferiscono ai fanghi prossimi al fondo del foro. Nel caso d'impiego della "circolazione rovescia", le determinazioni potranno essere fatte sui fanghi in circolo immessi alla bocca del foro durante la perforazione, mentre nel caso di "fanghi in quiete", esse dovranno essere condotte su campioni di fanghi prelevati a mezzo di apposito campionatore per fluidi in prossimità del fondo del foro.

Le determinazioni prima dell'inizio del getto devono essere eseguite su campioni prelevati con campionatore ad una quota di 80 cm superiore a quella del fondo del foro.

Il foro di perforazione, sia nel corso della trivellazione sia durante il successivo getto del conglomerato deve risultare internamente riempito di fango.

13.3.3 Esecuzione del getto

Il conglomerato cementizio dovrà essere del tipo Rck 250 o Rck 300.

Per le norme sui conglomerati cementizi si rimanda alle prescrizioni di cui al precedente paragrafo I, in quanto applicabili, con particolare riguardo alle seguenti prescrizioni:

- il conglomerato cementizio dovrà essere messo in opera in modo continuo mediante impiego di tubo o tubi di convogliamento con giunzioni filettate od a manicotto. Durante la fase di getto, il tubo od i tubi dovranno restare immersi nel conglomerato cementizio per almeno 2,5 m e devono arrestarsi a 25 cm dal fondo della perforazione;
- prima di iniziare il getto, si dovrà inserire nel tubo, in prossimità del suo raccordo con la tramoggia, una palla di malta plastica od uno strato di vermiculite granulare galleggiante sui fanghi, avente lo spessore di 30 cm;
- durante le operazioni di getto a mezzo di un apposito scandaglio si dovrà misurare ad intervalli regolari il livello via via raggiunto dal conglomerato;
- il getto del conglomerato dovrà essere prolungato per un tratto di lunghezza compresa tra 60 e 100 cm al di sopra della quota prescritta dal progetto.

13.3.4 Armatura

Per le norme di esecuzione si rimanda alle prescrizioni di cui al punto I.4 in quanto applicabili, con particolare riguardo alle seguenti prescrizioni:

- le gabbie di armatura dovranno essere dotate di opportuni distanziatori atti a garantire la centratura dell'armatura;
- il copriferro netto rispetto alla parete di scavo per le gabbie verticali dovrà essere di almeno 5 cm.

13.3.5 Documentazione dei lavori

L'esecuzione di ogni elemento di palo dovrà comportare la registrazione su apposita scheda, compilata dall'Appaltatore in contraddittorio con l'Ufficio di Direzione Lavori, dei seguenti dati:

- identificazione del palo;
- data di inizio perforazione e di fine getto;

- risultati dei controlli eseguiti sul fango eventualmente usato per la perforazione;
- profondità del fondo cavo prima della posa del tubo getto;
- "slump" del conglomerato cementizio;
- assorbimento totale effettivo del conglomerato cementizio e volume teorico dell'elemento palo;
- profilo di getto (andamento del diametro medio effettivo lungo il palo) ove richiesto;
- risultati delle prove di rottura a compressione semplice di provini di conglomerato cementizio.

Alla documentazione generale dovrà inoltre essere allegata:

- una scheda con le caratteristiche delle polveri bentonitiche e relativi additivi eventualmente usati;
- una scheda con le caratteristiche dei componenti del conglomerato cementizio.

13.3.6 Controlli

L'Appaltatore a sua cura e spese dovrà provvedere all'esecuzione di:

- una analisi granulometrica ogni 500 m³ di aggregato impiegato;
- una serie di prove di carico a rottura su cubetti di conglomerato cementizio prelevati in numero e con modalità conformi a quanto prescritto dalla vigente normativa ed inoltre a quanto richiesto dall'Ufficio di Direzione Lavori;
- una prova con il cono di Abrams per il conglomerato cementizio impiegato per il getto di un palo o in un numero maggiore se richiesto dall'Ufficio di Direzione Lavori;
- il rilievo della quantità di conglomerato cementizio impiegato per ogni elemento di palo;
- ogni 10 elementi ed ogni qualvolta l'Ufficio di Direzione Lavori lo richieda, il rilievo dose per dose (dose = autobetoniera) del livello del conglomerato cementizio entro il foro in corso di getto, in modo da poter ricostruire l'andamento del diametro medio effettivo lungo il palo (profilo di getto), si impiegherà allo scopo uno scandaglio a base piatta.

A) Controlli non distruttivi sui pali

Scopo dei controlli non distruttivi è quello di verificare le caratteristiche geometriche e meccaniche degli elementi di palo non compromettendone l'integrità strutturale.

A tale scopo potrà essere richiesta a campione l'esecuzione di:

- a) misure di cross-hole;
- b) carotaggio continuo meccanico.

Per tutti i controlli non distruttivi l'Appaltatore provvederà a sottoporre all'Ufficio di Direzione Lavori per approvazione il programma e le specifiche tecniche di dettaglio.

Le tubazioni occorrenti per l'esecuzione di prove di cross-hole dovranno essere realizzate a tenuta stagna con impiego di tubi gas commerciali neri, serie normale, aventi diametro nominale di 50 mm, spessore non inferiore ai 2 mm e lunghezza tale da raggiungere, in profondità, la quota di fondo del palo prescritta dal progetto e sporgere verso l'alto di almeno 30 cm dal piano di lavoro, con chiusura di protezione in sommità.

I tubi sono posti ad intervalli di circa due metri sul perimetro dei pali.

Tali tubi, chiusi all'estremità inferiore con un tappo in acciaio, pure a tenuta stagna, debbono essere fissati all'armatura metallica in modo tale da garantire che la distanza mutua dei tubi stessi, lungo l'intero percorso, durante le successive operazioni, non subisca variazioni superiori al 5% rispetto alla distanza misurabile in sommità.

Le giunzioni fra i vari elementi del tubo devono essere eseguite mediante manicotto filettato e nastrato per assicurare l'impermeabilità.

I tubi, all'atto della posa in opera della gabbia, debbono presentarsi puliti ed esenti da materiali grassi.

Prima dell'inizio del getto deve essere verificato per tutta la lunghezza di ciascun tubo, il libero scorrimento di un cilindro di diametro non inferiore a 40 mm e di lunghezza non inferiore a 700 mm.

Al termine delle prove, che l'Ufficio di Direzione Lavori, con l'assistenza dell'Appaltatore, esegue come indicato di seguito, l'Appaltatore deve riempire le tubazioni con malta cementizia.

B) Misure di cross-hole

Le misure di cross-hole (impulso su percorso orizzontale) sonico, consistono nella registrazione delle modalità di propagazione di un impulso sonico nel conglomerato cementizio interposto tra due tubi di misura.

Prima dell'esecuzione della prova i tubi devono essere riempiti con acqua dolce, a cura dell'Appaltatore.

In uno di questi tubi viene introdotta la sonda emettitrice, nell'altro quella ricevitrice.

Le due sonde vengono contemporaneamente fatte scorrere parallelamente all'interno dei due tubi; ad intervalli regolari di profondità, la sonda emettitrice genera un impulso sonico che raggiunge l'altra sonda dopo aver attraversato il conglomerato cementizio.

Il segnale sonico modula il pennello elettronico di un oscilloscopio la cui traccia, sincronizzata sull'istante di emissione, viene fatta traslare della stessa quantità ad ogni emissione di impulso.

Un'apparecchiatura tipo Polaroid, applicata allo schermo dell'oscilloscopio, registra fotograficamente l'escursione della traccia modulata.

Il risultato è una diagrafia a "densità variabile" che rappresenta in modo evidente l'integrità o l'eventuale presenza di anomalie del conglomerato cementizio nella zona compresa tra i due tubi.

Le misure vengono eseguite a partire dal fondo del diaframma.

L'emissione dei segnali avviene di norma ogni 2 cm di profondità.

La scala dei tempi (ascisse) è di 50 oppure 100 microsecondi/div. in funzione della lunghezza del percorso di misura.

La scala di profondità è di 1,25 m/div; su ogni fotogramma viene rappresentata una porzione di 10 m di palo o diaframma.

Nel caso di riscontro di anomalie di trasmissione le misure devono essere ripetute su percorso inclinato.

Questa prova si differenzia dal carotaggio sonico più avanti descritto perché la sonda emettitrice e quella ricevente procedono all'interno dei rispettivi tubi con una differenza di quota prefissata, in modo che il percorso dell'impulso risulti inclinato rispetto all'orizzontale.

Questo metodo consente di individuare difetti non visibili nella prova precedente (in particolare fessurazioni con andamento orizzontale) e di precisare meglio difetti già riscontrati.

C) Carotaggio continuo meccanico

Il carotaggio dovrà essere eseguito con utensili e attrezzature tali da garantire la verticalità del foro e consentire il prelievo continuo, allo stato indisturbato, del conglomerato e se richiesto del sedime di imposta. Allo scopo saranno impiegati doppi carotieri provvisti di corona diamantata aventi diametro interno minimo pari a mm 60.

Nel corso della perforazione dovranno essere rilevate le caratteristiche macroscopiche del conglomerato e le discontinuità eventualmente presenti, indicando in dettaglio la posizione ed il tipo delle fratture, le percentuali di carotaggio, le quote raggiunte con ogni singola manovra di avanzamento. Su alcuni spezzoni di carota saranno eseguite prove di laboratorio atte a definire le caratteristiche fisiche, meccaniche e chimiche.

Al termine del carotaggio si provvederà a riempire il foro mediante boiacca di cemento immessa dal fondo foro.

Il carotaggio si eseguirà, a cura e spese dell'Appaltatore, in corrispondenza di quegli elementi di diaframma che l'Ufficio di Direzione Lavori riterrà opportuno. Detto carotaggio potrà essere richiesto, a cura e spese dell'Appaltatore, anche dal Collaudatore delle opere.

14. TIRANTI MULTITREFOLO PERMANENTI IN ACCIAIO ARMONICO AD ALTA RESISTENZA

14.1 GENERALITÀ

L'utilizzo dei tiranti multitrefolo permanenti in acciaio armonico è previsto nella realizzazione della briglia di monte; si prevede l'utilizzo di tiranti a 6 trefoli con le caratteristiche indicate negli elaborati di progetto.

I tiranti saranno disposti su più ordini orizzontali a distanza variabile in funzione delle tre "sezioni tipo" adottate; la trasmissione del carico alla paratia di micropali realizzati verticali avverrà mediante strutture di contrasto costituite da coppie di profilati in acciaio HEB 200 correnti orizzontalmente e differenziati in funzione del carico trasmesso dai tiranti. E' inoltre prevista la messa in opera di apparecchi di collegamento e raccordo geometrico per la corretta trasmissione dei carichi tra la testa del tirante e le strutture di ripartizione; tale dispositivo dovrà essere realizzato in modo tale da garantire il minimo ingombro trasversale.

Nelle strutture di ancoraggio che lavorano totalmente o prevalentemente a trazione si distinguono i seguenti elementi:

a) Testata

E' il dispositivo di ripartizione delle sollecitazioni di ancoraggio sulla opera ancorata; è normalmente costituita da una piastra metallica di adeguate dimensioni, dotata di fori passanti per ospitare le armature, con i relativi dispositivi di bloccaggio, ed il condotto di iniezione.

b) Armatura

E' l'elemento destinato a trasmettere le sollecitazioni dalle testate al terreno o alla roccia; è costituita da trefoli in acciaio armonico ad elevatissime prestazioni meccaniche.

c) Tratto libero

E' la parte di armatura che non è solidarizzata al terreno o alla roccia, la cui lunghezza caratterizza la deformabilità dell'ancoraggio.

d) Fondazione (bulbo di ancoraggio)

E' il tratto di armatura che viene solidarizzato al terreno o alla roccia e trasferisce le sollecitazioni per attrito.

e) Canna di iniezione

E' costituito da un tubo generalmente in PVC, dotato o meno di valvole a manchettes, che viene collegato al circuito di iniezione per la solidarizzazione dell'ancoraggio al terreno o alla roccia. Nei tiranti di ancoraggio fra il tratto libero e la fondazione è di norma interposto un dispositivo di separazione, chiamato sacco otturatore, tenuto in sede da due tamponi posti alle estremità. La funzione del sacco otturatore è di bloccare le eventuali fughe di miscela cementizia attraverso il tratto libero; esso dunque è particolarmente necessario nei tiranti aventi inclinazione prossima all'orizzontale.

Nei tiranti definitivi (o permanenti), quali sono quelli da utilizzarsi nel presente progetto, sono presenti dispositivi atti a realizzare la protezione delle armature anche in corrispondenza del tratto di fondazione. Questo dispositivo è in genere costituito da una guaina in PVC corrugata, dotata di centratori esterni, connessa tramite giunzioni a tenuta all'ogiva o puntale terminale, ed al tampone del sacco otturatore. Un condotto di iniezione, dotato di sfiato, consente di eseguire il riempimento a volume controllato dell'interno di questa guaina (bulbo interno). Nel caso di tiranti a iniezioni selettive, la guaina grecata è collegata alla canna di iniezione e reca incorporate delle valvole a manchettes.

14.2 CARATTERISTICHE GEOMETRICHE PRINCIPALI

I tiranti previsti in progetto devono essere del tipo definitivo parzialmente presollecitato ritesabile, a protezione totale; tale tirante deve essere caratterizzato dalla protezione mediante guaina in polietilene per tutta la sua lunghezza (corrugata nella zona del bulbo) e nella parte libera, oltre alla protezione globale mediante guaina in polietilene liscia, ogni trefolo deve essere singolarmente protetto mediante ingrassatura e inguainatura.

Le caratteristiche geometriche dei tiranti devono essere le seguenti:

lunghezza libera: come da elaborati grafici progettuali

lunghezza bulbo di ancoraggio: come da elaborati grafici progettuali

lunghezza totale: come da elaborati grafici progettuali

lunghezza frusta per il tensionamento: ≥ 0.7 m;

inclinazione sull'orizzontale: 15°

diametro di perforazione: ≥ 150 mm.

14.3 PROVE PRELIMINARI

Le attrezzature prescelte, i procedimenti esecutivi e le tipologie dei tiranti di ancoraggio dovranno essere comunicati dall'Appaltatore alla Direzione Lavori.

In base a quanto previsto dal Voto n. 323 in data 18.12.2003 della IV Sezione del *Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici* prima della messa in opera dei tiranti sul fronte della paratia *"dovranno essere preventivamente messi in opera degli ancoraggi da sottoporre a prove preliminari secondo le modalità previste dalle raccomandazioni A.I.C.A.P., al fine di verificare il dimensionamento definitivo dei tiranti da eseguire ed alla determinazione della forza limite ultima della fondazione"*.

Tutti gli oneri derivanti dalla realizzazione del sopra citato *"campo prove"*, ivi comprese tutte le prove necessarie da eseguire secondo le raccomandazioni A.I.C.A.P. sugli ancoraggi saranno a carico dell'Impresa appaltatrice.

14.4 TOLLERANZE

Gli ancoraggi dovranno essere realizzati nella posizione e con le dimensioni di progetto, con le seguenti tolleranze ammissibili, salvo più rigorose limitazioni indicate in progetto:

- coordinate plano-altimetriche: ± 2 cm
- scostamento dall'asse teorico: $\pm 1\%$
- lunghezza: ± 15 cm.

14.5 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

14.5.1 Trefoli in acciaio armonico (tipo c.a.p.)

Si utilizzeranno trefoli $\Phi 6/10$ " in acciaio liscio; le caratteristiche dei trefoli sono elencate di seguito:

- componenti: 7 fili $\Phi 5$ mm;
- diametro nominale: 15.20 mm;
- sezione nominale: 139 mm^2 ;
- tensione effettiva all'1% di allungamento: 220 kN;
- tensione di rottura effettiva: 246 kN;
- modulo elastico: $E = 200 \div 205 \text{ kN/mm}^2$;
- limite elastico convenzionale allo 0.1%: $f_p(1)_k = 1570 \text{ N/mm}^2$;
- tensione di rottura: $f_{ptk} \geq 1770 \text{ N/mm}^2$.

Di conseguenza le tensioni ammissibili sono:

- in esercizio: $\sigma_a \leq 0.6 f_{ptk}$;
- in fase provvisoria: $\sigma_{ai} \leq 0.85 f_p(1)_k$;

a cui corrispondono i seguenti valori dei carichi di trazione:

- in esercizio: $T \leq 147.15 \text{ kN}$;
- in fase transitoria ^(*): $T \leq 185.50 \text{ kN}$.

(*) Per prove di collaudo o per brevi fasi di carico temporanee.

14.5.2 Apparecchi di testata

14.5.2.1. Dispositivi di bloccaggio

I dispositivi di bloccaggio dei tiranti a trefoli dovranno essere conformi alle disposizioni dell'Allegato "B" della Circolare Ministeriale LL.PP. 30 giugno 1980 ed eventuali successivi aggiornamenti; per i bulloni si farà invece riferimento al D.M. del 14 febbraio 1992 N. 55 - parte II - par. 2.5.

14.5.2.2. Piastre di ripartizione

Si adotteranno piastre di ripartizione le cui dimensioni dovranno essere scelte in relazione alle caratteristiche geometriche e di portata dei tiranti ed alle caratteristiche di resistenza e deformabilità del materiale di contrasto.

Le piastre di ripartizione dovranno essere concepite e strutturate in modo tale da rendere minimo il loro ingombro trasversale (ovvero, lungo l'asse ortogonale al piano della paratia di micropali).

14.5.3 Miscele di iniezione e loro componenti

La miscela cementizia per l'iniezione dei tiranti dovrà avere la seguente composizione indicativa:

- cemento d'alto forno o pozzolanico tipo 42.5R: 1200 kg/m³;
- rapporto acqua/cemento: 0,50;
- acqua d'impasto: 600 l;
- additivi: 10-20 kg;
- peso specifico della miscela: 1800 kg/m³.

Come inerti sono ammessi ceneri volanti oppure polverino calcareo con il requisito di essere totalmente passanti al vaglio 0,075 mm.

La resistenza cubica a compressione della miscela cementizia deve risultare non inferiore a 30 MPa.

La composizione definitiva della miscela, che deriverà da adeguate prove di laboratorio, dovrà essere preventivamente approvata dalla Direzione dei Lavori.

14.5.3.1. Impianti di preparazione

Le miscele saranno confezionate utilizzando impianti a funzionamento automatico o semi-automatico, costituiti dai seguenti principali componenti:

- bilance elettroniche per componenti solidi;
- vasca volumetrica per acqua;
- mescolatore primario ad elevata turbolenza (min. 1500 giri/min.);
- vasca di agitazione secondaria e dosatori volumetrici delle miscele cementizie.

14.5.3.2. Controlli e documentazione

Le miscele confezionate in cantiere saranno di norma sottoposte ai seguenti tipi di controllo:

- peso specifico;
- viscosità Marsh;
- decantazione;
- tempo di presa;
- prelievo di campioni per prove di compressione a rottura.

Il peso specifico dovrà risultare pari ad almeno il 90% di quello teorico, calcolato assumendo 3 g/cm^3 il peso specifico del cemento e 2.65 g/cm^3 quello degli eventuali inerti, nell'ipotesi che non venga inclusa aria.

Nelle prove di decantazione l'acqua separata in 24 ore non dovrà superare il 3% in volume.

14.5.4 **Dispositivi di protezione**

14.5.4.1. Guaine in materiali plastici

La guaina è un elemento costitutivo del tirante atto a proteggere l'armatura dalla corrosione, in corrispondenza del tratto libero. Nei tiranti a trefoli, ogni trefolo deve essere singolarmente inguainato.

Di norma verranno impiegati tubetti corrugati in polietilene, di diametro interno congruente con il diametro dei trefoli.

L'intercapedine tra la guaina e l'armatura dovrà essere perfettamente riempita con grasso meccanico chimicamente stabile, inalterabile e non saponificabile.

14.5.4.2. Centratori e distanziatori

Forma e numero dei centratori devono essere tali da consentire il centraggio dell'armatura nel foro di alloggiamento e nello stesso tempo non devono ostacolare il passaggio della miscela.

Per i tiranti aventi l'armatura costituita da un fascio di trefoli, questi dovranno essere simmetricamente disposti intorno al tubo centrale di iniezione e, in corrispondenza del tratto di fondazione, saranno inseriti in appositi distanziatori che, regolarmente intervallati con fascette di restringimento, permetteranno al fascio di trefoli di assumere un andamento sinusoidale a ventre e nodi che incrementa l'ancoraggio passivo dell'armatura ai bulbi.

Nella parte libera il posizionamento dei trefoli, parallelo al tubo di iniezione, sarà garantito da dispositivi direzionali; una guaina flessibile in pvc proteggerà e avvolgerà il tutto, permettendo nel contempo la massima libertà di allungamento ai trefoli stessi.

14.5.4.3. Dispositivi per l'iniezione

Nei tiranti a trefoli, un tubo di iniezione in pvc sarà posto in asse al tirante per tutta la sua lunghezza e sarà eventualmente munito di valvole di iniezione in corrispondenza della parte cementata e di un tratto iniziale della parte libera.

14.6 MODALITÀ ESECUTIVE

14.6.1 Perforazione

La perforazione sarà eseguita mediante sonda a rotazione o rotoperussione, con rivestimento continuo e circolazione di fluidi.

Per la circolazione del fluido di perforazione saranno utilizzate pompe a pistoncini con portate e pressioni adeguate. Si richiedono valori minimi di 200 l/min e 25 bar, rispettivamente.

Nel caso di perforazione a roto-percussione con martello a fondo foro si utilizzeranno compressori di adeguata potenza; le caratteristiche minime richieste sono:

- portata $\geq 10 \text{ m}^3/\text{min}$;
- pressione $\geq 8 \text{ bar}$.

14.6.2 Allestimento del tirante

Completata la perforazione si provvederà a rimuovere i detriti presenti nel foro, o in sospensione nel fluido di perforazione, prolungando la circolazione del fluido stesso fino alla sua completa chiarificazione. Ultimata la rimozione dei detriti si provvederà ad effettuare le operazioni che seguono:

- riempimento del foro con miscela cementizia (cementazione di 1^a fase);
- introduzione del tirante;
- riempimento dei dispositivi di separazione e protezione interni (sacco otturatore, bulbo interno);
- posizionamento della testata e dei dispositivi di tensionamento;
- prove di carico di collaudo;
- tensionamento del tirante;
- iniezione della parte libera;
- protezione della testata.

L'introduzione del tirante prima del riempimento di 1^a fase potrà essere eseguita solo allorché:

- la perforazione sia interamente rivestita;
- il tirante sia dotato della valvola di fondo esterna all'ogiva;
- il riempimento avvenga contemporaneamente all'estrazione dei rivestimenti e siano operati gli

eventuali rabbocchi finali;

- i trefoli ed i condotti di iniezione siano opportunamente prolungati fino a fuoriuscire a bocca foro per un tratto adeguato a consentire le successive operazioni di iniezioni e di tesatura;
- il sacco otturatore, nel caso di tiranti orizzontali o debolmente inclinati ($i \leq 25^\circ$), sia presente.

14.6.3 Iniezione

La solidarizzazione dell'armatura al terreno verrà eseguita come di seguito specificato. Si utilizzerà una miscela cementizia conforme a quanto sopraspecificato.

Sarà eseguita all'atto del completamento della perforazione, secondo quanto specificato al punto precedente; si utilizzerà un volume di miscela cementizia commisurato al volume teorico del foro.

In questa fase si eseguiranno anche le operazioni di riempimento del sacco otturatore, ove presente, e del bulbo interno per i tiranti definitivi, utilizzando quantitativi di miscela corrispondenti ai volumi teorici degli stessi.

Completata l'iniezione di 1^a fase si provvederà a lavare con acqua il cavo interno del tubo di iniezione.

14.6.4 Controlli e documentazione

Per ogni tirante eseguito l'Appaltatore dovrà fornire una scheda contenente le seguenti indicazioni:

- n. del tirante e data di esecuzione;
- lunghezza della perforazione;
- modalità di esecuzione della perforazione;
- utensile;
- fluido;
- rivestimenti;
- caratteristiche del tirante (armatura, lunghezza della fondazione);
- volume dell'iniezione di 1^a fase;
- tabelle delle iniezioni selettive indicanti per ogni valvola e per ogni fase: data, pressioni di apertura, volumi di assorbimento, pressioni raggiunte;
- caratteristiche della miscela utilizzata: composizione, peso specifico, viscosità Marsh, rendimento volumetrico o decantazione;
- dati di identificazione dei campioni prelevati per le successive prove di compressione a rottura;
- allungamento sotto il carico di collaudo;
- valore della forza di tensionamento.

14.7 PROCEDURE DI TENSIONAMENTO E COLLAUDO

Con riferimento alle *Raccomandazioni A.I.C.A.P.* - “Ancoraggi nei terreni e nelle rocce” si definisce “*collaudo di un tirante la prova di tesatura non distruttiva per il controllo esecutivo di tutti tiranti*”.

Per la prova di collaudo si farà riferimento ai seguenti carichi che verranno applicati nella procedura di tesatura:

$N_O = 0.1 N_Q =$ forza di allineamento;

$N_Q =$ forza teorica di utilizzazione;

$N_C = 1.2 N_Q =$ forza di collaudo;

$N_i =$ forza di tesatura.

Secondo le citate *Raccomandazioni* “*La prova consiste in un ciclo semplice di carico e scarico del tirante realizzato secondo le modalità sotto riportate*”:

- a) Viene applicata al tirante la forza di allineamento N_O (pari a $0.1 N_Q$); la corrispondente deformazione farà da riferimento per la misura dei successivi allungamenti.
- b) Partendo dalla forza di allineamento N_O il tirante viene tesato fino al valore della forza di collaudo N_C con incrementi di carico pari a $0.1 N_Q$, con sosta a ciascun incremento di un minuto, misurando il corrispondente allungamento. La forza N_C o l'allungamento vengono mantenuti costanti per un periodo di tempo Δ_t pari a:

 $\Delta_t \geq 5$ minuti per tiranti in roccia o in terreni non coesivi;

 $\Delta_t \geq 15$ minuti per tiranti in terreni coesivi.
- c) Raggiunto il carico N_C , dopo avere rilevato l'incremento di allungamento o la riduzione della forza, il tirante viene scaricato al valore della forza di allineamento N_O , in tre stadi, con sosta di un minuto per ogni gradino, rilevando il relativo allungamento permanente.
- d) Quindi il tirante viene tesato al valore della forza di tesatura N_i prevista dal progetto e bloccato a tale valore.

Per ciascun ancoraggio messo in tensione, l'Appaltatore dovrà fornire alla Direzione Lavori la relativa documentazione, completa di tabelle e grafici.

Terminato il tensionamento si procederà alla iniezione finale di protezione del tratto “*inerte*” del tirante.

15. OPERE IN ACCIAIO E IN GHISA

15.1 GENERALITÀ

Per tutti i lavori od opere in acciaio od altro metallo (compresi piastre e profilati a C, L, I, T, doppio T, tipo IPE e HE) dovranno anzitutto osservarsi scrupolosamente, per quanto riguarda i materiali da impiegare, le norme precedentemente descritte.

L'impresa, per forniture di una certa importanza, dovrà informare gli organi tecnici dell'Amministrazione allorché i materiali approvvigionati giungano all'officina affinché, prima che venga iniziata la lavorazione, gli organi tecnici suddetti possano disporre per un primo esame e verifica di detti materiali e per i prelievi di campioni per le prescritte prove di resistenza.

Gli organi tecnici dell'Amministrazione hanno la facoltà di far eseguire dette prove, che sono a completo carico dell'impresa, nel numero che riterranno opportuno e di rifiutare, in tutto o in parte, i materiali approvvigionati a seconda dell'esito di dette verifiche, senza che l'impresa possa pretendere indennizzo alcuno o proroga ai termini di consegna.

Accettati regolarmente i materiali, si potrà procedere alla loro lavorazione e quindi, se gli organi tecnici dell'Amministrazione lo richiederanno, al montaggio provvisorio delle parti in officina.

L'impresa dovrà successivamente informare gli organi tecnici dell'Amministrazione per le opportune verifiche dei materiali lavorati e per la loro pesatura, che saranno eseguite anch'esse in officina, il tutto a spese dell'impresa stessa.

Tutte le prove ed accettazioni provvisorie da parte degli organi tecnici dell'Amministrazione non esonerano l'impresa dalle sue responsabilità circa la perfetta riuscita delle opere, né dall'obbligo di sostituire o riparare tutti i materiali che manifestino difetti o guasti di qualsiasi genere e ciò anche dopo il montaggio e sino al collaudo favorevole.

L'acciaio scelto per il presente progetto e gli altri metalli dovranno essere lavorati con regolarità di forme e precisione di dimensioni; i fori dovranno essere sempre eseguiti interamente al trapano; sarà tollerato l'impiego del punzone per fori eseguiti con un diametro di almeno 4 mm inferiore al definitivo ed allargati poi mediante trapano o alesatore.

I tagli potranno eseguirsi normalmente con la cesoia; ma, se in vista, dovranno essere rifiniti nelle opere che lo richiedono, con una ripassata alla mola.

Fanno carico all'impresa per la posa in opera, gli oneri del trasporto, scarico, tiro in alto e qualsiasi opera provvisoria occorrente, ed inoltre gli scalpellamenti, la muratura di tasselli e grappe e di tutte le ferramenta accessorie a mura quali nottole, ganci, catenelle, braccialetti, piastrine, la rincoccatura, la ripresa dell'intonaco, la stuccatura e quanto altro occorre per dare l'opera pronta per l'opera del pittore.

La posa in opera suddetta è, di regola, compresa e compensata con i prezzi previsti in elenco per le opere in acciaio od altro metallo.

15.2 PARAPETTI METALLICI

I parapetti metallici possono appartenere ad una delle seguenti categorie:

- b) del tipo fisso con montanti e correnti in tubo di diametro adeguato alle caratteristiche della posizione o funzione del parapetto con corrimano che potrà essere tubolare o di altra sezione e parapiede sagomato e rinforzato;
- c) del tipo smontabile con montanti tubolari con possibilità di sfilaggio, alloggiamento nelle strutture murarie o metalliche, spinotti per fissaggio e catenelle di protezione;
- d) del tipo tubolare per scale con montanti e correnti in tubo di diametro adeguato, con corrimano tubolare.

Ogni tipo di parapetto sarà dato in opera completo delle necessarie zanche e piatti per il fissaggio al calcestruzzo o alle opere metalliche, in modo che non abbiano a verificarsi vibrazioni di sorta e saranno conformi alle norme vigenti; il campione dovrà essere approvato dalla D.L..

I parapetti dovranno essere protetti contro la corrosione mediante ciclo di zincatura a caldo secondo UNI EN 1461.

15.3 CHIUSINI IN GHISA SFEROIDALE

I chiusini a presidio delle ispezioni negli elementi interrati sono da realizzarsi in ghisa sferoidale, classe D400 per traffico normale e con diametro netto di 600 mm, conforme alla norma UNI EN 124 (*“Dispositivi di coronamento e di chiusura per zone di circolazione utilizzate da pedoni e da veicoli”*). La luce netta deve rispettare le prescrizioni riportate negli elaborati progettuali ed il coperchio deve essere antisdrucchiolo.

Inoltre, si prescrive che:

- le superfici di appoggio del coperchio con il telaio siano lavorate con un utensile, in modo che il piano di contatto sia perfetto e non si verifichi alcun traballamento;
- il coperchio sia allo stesso livello del telaio, non essendo tollerata alcuna differenza di altezza fra i due pezzi;
- il gioco tra coperchio e telaio non sia inferiore al 4 %, né superiore al 15 % di quello prescritto;
- esistano fori di aerazione e di sollevamento, la cui superficie minima sia conforme alle norme UNI EN-R4.

Il chiusino dovrà essere solidamente appoggiato ed ancorato alle strutture in calcestruzzo, progettato per un carico di prova rispondente alla distinta sotto riportata:

- su strade statali e provinciali, aree con intenso traffico di scorrimento: 600 kN
- su strade comunali e private a circolazione normale: 400 kN
- su banchine di strade pubbliche e parcheggi: 250 kN
- su marciapiedi e zone con traffico pedonale: 125 kN

Per carico di prova s'intende quel carico che provoca la prima fessurazione del materiale del chiusino; su ciascun elemento dovrà essere indicato, ricavato nella fusione, il carico che può sopportare come sopra descritto.

Nella messa in quota dei chiusini, mediante opportune opere murarie, sono incluse la raccolta e lo stoccaggio in appositi spazi del materiale di risulta.

I materiali ed i chiusini saranno sottoposti a prove per controllare la rispondenza ai requisiti richiesti. Almeno 3 campioni per ogni 100 saranno sottoposti a prove.

Le modalità di prova e l'istituto presso cui verranno eseguite saranno indicate dalla D.L.; il costo delle prove e gli oneri relativi saranno a carico dell'impresa.

15.4 RECINZIONI

Le recinzioni previste in progetto dovranno essere in acciaio S235 JR con doppia zincatura a caldo (UNI EN ISO 1461) a pannelli modulari di altezza minima 2.0 m (L=8.40 m).

15.5 GRIGLIATI

I grigliati dovranno essere in acciaio con doppia zincatura a caldo (1.8x6.0 m) Classe 1 – Pedonale.

15.6 CANCELLO

E' inoltre previsto l'inserimento di cancelli in acciaio S235 JR con doppia zincatura a caldo (UNI EN ISO 1461), larghezza 1.2 m (pedonale).

15.7 PALI IN ACCIAIO ZINCATO PER ILLUMINAZIONE

Si utilizzeranno pali in acciaio zincati conformi alle norme UNI EN 40 del diametro di 120 mm, altezza 5800 mm e disposti ad interasse di 20 metri, sia lungo il paramento di monte che su quello di valle, escluso il tratto occupato dalle sei soglie esistenti.

Il palo deve essere fornito completo dei dispositivi di sostegno delle morsettiere per il collegamento dei cavi di alimentazione.

16. EDIFICIO SERVIZI

16.1 GENERALITÀ

L'edificio servizi, essendo strettamente connesso alle scelte esecutive, ed ancor più costruttive, delle opere elettromeccaniche, potrà essere definito compiutamente nella propria volumetria (esterna ed interna) e più in generale nella geometria, soltanto una volta dimensionate e progettate con un dettaglio esecutivo – costruttivo le paratoie di regolazione dei manufatti A e C e propri organi di comando e manovra.

In merito al sistema fondazionale la struttura risulterà appoggiata su un concio del manufatto A, elemento che costituisce di fatto le fondazioni della stessa.

16.2 MURATURE IN LATERIZIO

16.2.1 Generalità

Per le murature e tavolati in laterizio si impiegheranno mattoni pieni normali e mattoni forati o blocchi alveolati di laterizio. I mattoni impiegati verranno legati con malta bastarda o malta di cemento. La malta bastarda sarà formata con 0,25 mc di calce idraulica più 50 kg di cemento tipo R 325 per mc di sabbia asciutta e vagliata; la malta di cemento sarà confezionata con 400 kg di cemento per ogni mc di sabbia asciutta e vagliata.

Prima del loro impiego i mattoni dovranno essere saturati di acqua per immersione e dovranno essere messi in opera a corsi regolari orizzontali e connessioni alternate.

Le connessioni dovranno avere la larghezza compresa fra mezzo ed un centimetro.

Durante l'esecuzione delle murature si dovranno lasciare tutti i necessari fori, incavi, vani, canne, ecc..., per il passaggio e l'installazione di ogni e qualsiasi impianto, infisso, ecc.. che interessa la costruzione. Sul piano di passaggio fra strutture entro terra e murature fuori terra si dovrà distendere uno strato di idoneo materiale impermeabilizzante.

Le murature saranno completate con la realizzazione di intonaco eseguito al civile per interni in malta di calce idraulica costituito da rinzafo (spess. 2,0 cm) e strato di finitura (spess. 0,5 cm), compresa la realizzazione di raccordi, spigoli, e l'esecuzione di ponteggi secondo le vigenti norme in materia di prevenzione degli infortuni sui luoghi di lavoro.

I lavori di muratura, qualunque sia il sistema costruttivo adottato, dovranno essere sospesi quando la temperatura si mantenga al di sotto di 0 °C.

16.2.2 Materiali

Per quanto concerne gli inerti, l'acqua, la calce spenta ed il cemento da usare nella preparazione delle malte per murature valgono le specifiche di cui al capitolo "Calcestruzzi" del presente Capitolato.

Per quanto attiene ai laterizi da impiegare per lavori di muratura, essi dovranno corrispondere alle norme per l'accettazione di cui alle NTC 2008 e s.m.i. e da quanto altro disposto nel presente Capitolato.

Le dimensioni dei laterizi da impiegare, qualora non specificatamente disposto, saranno precisate dalla Direzione Lavori tra quelle previste dalla corrispondente norma di unificazione. In considerazione di materiali e di usi locali la Direzione Lavori potrà consentire, iscritto, l'impiego di laterizi di dimensioni diverse da quelle indicate dalle norme UNI, rimanendo ferme le altre condizioni previste dalle norme UNI richiamate.

In particolare si prescrive quanto segue:

a) Mattoni pieni comuni.

Dovranno possedere i requisiti richiesti dalle norme EN 771-1:2011 e resistere ad un carico di rottura di 150 kg/cmq.

b) Mattoni pieni di paramento.

Oltre a possedere i requisiti richiesti dalla norma EN 771-1:2011, dovranno essere rifilati a perfetta squadratura ed avere gli spigoli netti rettilinei ed esenti da sgretolature, dovranno presentare regolarità di forma, integrità superficiale ed essere esenti da fessurazioni; le facce non dovranno presentare torsione neppure in minima misura e l'intera partita dovrà presentare sufficiente uniformità di colore.

c) Mattoni forati.

Dovranno corrispondere alle prescrizioni della norma EN 771-1:2011.

d) Blocchi alveolati di laterizio.

I blocchi alveolati di laterizio, dello spessore di cm 30, aventi proprietà di isolamento termico e acustico, elevate prestazioni di resistenza meccanica e resistenza al fuoco classe REI 180, saranno, legati mediante malta cementizia di classe M2.

16.2.3 Prove sui materiali

La Direzione Lavori effettuerà le prove sui suddetti materiali previste dalla normativa vigente per verificare la rispondenza alle caratteristiche sopra specificate. I materiali non ritenuti idonei dovranno essere allontanati dal cantiere.

16.3 MANUFATTI VARI

16.3.1 Porte

Le porte interne dovranno essere realizzate mediante strutture tamburate, di dimensioni 120 x 200 cm con specchiature piene (spessore totale 35 mm) e rivestimento in laminato plastico di spessore 1,5 mm su rivestimento

in compensato di abete spessore 4 mm, complete di telarone, robusta ferramenta, maniglie in ottone, serrature adeguate, ottonami e imprimitura ad olio sulle parti di legno in vista con ossatura in abete.

Sono da ritenersi compresi tutti i dispositivi di fissaggio necessari, nonché la fornitura e posa di stipiti e coprifili in legno e qualsiasi altra lavorazione necessaria per dare le porte in opera a regola d'arte.

La porta del bagno deve essere dotata, nella parte bassa, di apposita griglia di aerazione (superficie netta ca. 0.02 mq) in alluminio anodizzato per permettere l'ingresso di aria dall'esterno sufficiente a garantire la portata di di aria di ricambio imposta dall'aspiratore centrifugo all'interno del locale servizi igienici.

16.3.2 Finestre

L'infisso da mettere in opera nella nuova finestra da aprirsi sul prospetto nord verrà realizzata con telaio in profilato metallico (stessa tipologia di quelle esistenti) preverniciato a caldo; l'infisso si intende completo di vetri "a taglio termico" con effetto a specchio verso l'esterno.

16.3.3 Opere di carpenteria metallica minuta

Inferriate in acciaio zincato a caldo su tutte le finestre dell'edificio servizi sull'intera superficie risultante dalle tavole di progetto, da realizzarsi con profilati pieni in acciaio disposti verticalmente (sezione rettangolare 15 x 15 mm, interasse 15 cm) opportunamente vincolati tra loro da piatti orizzontali (sezione rettangolare sez. 20 x 5 mm), compresa la realizzazione del telaio perimetrale (piatti sez. rettangolare 20 x 5 mm) di collegamento dei profilati verticali dotato delle zanche per l'inghisaggio nella muratura. Il collegamento tra barre verticali e piatti perimetrali e mediano dovrà avvenire tramite saldatura.

Il ciclo protettivo mediante zincatura a caldo dovrà essere eseguito sulle inferriate finite, al termine di tutte le saldature.

16.3.4 Pozzetti di ispezione

I pozzetti di ispezione dovranno essere realizzati in stabilimento mediante idonee tecniche di prefabbricazione con calcestruzzo di classe non inferiore a 35 N/mm² e con le armature in acciaio B450C necessarie per conferire al manufatto le resistenze meccaniche richieste dalle dimensioni del manufatto e dai carichi di progetto.

16.3.5 Fossa Imhoff

La fossa biologica prefabbricata tipo Imhoff verrà realizzata in calcestruzzo armato vibrocompresso, monoblocco o ad elementi componibili, e dovrà avere una capacità non inferiore a 900 litri; essa dovrà essere completa di tutti gli elementi interni separatori, di coperchio carrabile (carico di I categoria) con relativi chiusini di ispezione (in ghisa sferoidale, classe D400), elementi di tenuta dei giunti, raccordi a perfetta tenuta della condotta in ingresso alla fossa e di quella in uscita.

E' compresa la sigillatura a perfetta tenuta dei giunti, la preparazione del piano di posa mediante stesa di calcestruzzo magro (dosaggio cemento 80 kg/mc) nello spessore di cm 15, armato con rete elettrosaldata ϕ 8 mm / 20x20 cm.

La fossa dovrà essere realizzata mediante calcestruzzo confezionato con cemento ad alta resistenza ai solfati; dovrà essere esente da crepe o incrinature all'atto dell'arrivo in cantiere.

16.4 RIVESTIMENTI E SANITARI

16.4.1 Rivestimenti ceramici

Il rivestimento delle pareti del locale adibito a servizio igienico andrà realizzato tramite posa di piastrelle in materiale ceramico di 1a qualità (motivo a scelta dell'Amministrazione appaltante) su una altezza di metri 2 dal pavimento, messe in opera tramite idonea malta adesiva per ambienti umidi stesa mediante spatola dentata nello spessore medio di 2-5 mm, con perfetta sigillatura delle fughe; è compresa la fornitura delle piastrelle e della malta di posa, lo sfrido di materiale, l'eventuale realizzazione di ponteggi secondo le vigenti norme in materia di prevenzione degli infortuni sui luoghi di lavoro.

Le piastrelle dovranno essere verificate all'atto dell'arrivo in cantiere al fine di constatare l'assenza di difetti di fabbricazione o di danni dovuti al trasporto. Il materiale ritenuto non idoneo dalla D.L. dovrà essere allontanato dal cantiere e sostituito a cura e spese dell'Impresa appaltatrice.

16.4.2 Sanitari

Si utilizzeranno sanitari in vitreous-china tipo Ideal Standard linea "Ellisse" (lavabo con colonna L=61 x 54 cm, vaso a sedile 36 x 72 cm con scarico a pavimento e cassetta di cacciata (9 litri) appoggiata completo di sedile, bidet 37 x 72 cm con scarico a pavimento, completi di miscelatori, flessibili di collegamento alla rete idrica dell'acqua potabile e sifoni di raccordo per il collegamento alla rete di scarico interna.

Sono compresi i dispositivi di ancoraggio dei sanitari, sigillature, ecc. per dare i sanitari in opera a regola d'arte perfettamente funzionanti.

Tutti gli apparecchi sanitari dovranno essere verificati all'atto dell'arrivo in cantiere al fine di constatare l'assenza di difetti di fabbricazione o di danni dovuti al trasporto. Il materiale ritenuto non idoneo dalla D.L. dovrà essere allontanato dal cantiere e sostituito a cura e spese dell'Impresa appaltatrice.

16.5 APPARECCHI ELETTRICI

16.5.1 Aspiratore centrifugo

Aspiratore centrifugo da soffitto, protetto contro gli spruzzi d'acqua, per l'espulsione in condotto di ventilazione (tipo Vortice Ariett LL) per la ventilazione del locale adibito a servizio igienico.

L'aspiratore dovrà avere motore a poli schermati, dotato di cuscinetti a sfera (durata garantita di funzionamento continuo senza problemi meccanici non inferiore a 30.000 ore) e di protettore termico; l'apparecchio dovrà essere certificato da IMQ e costruito in conformità alle norme CEI EN 60335-2-80, con grado di protezione IPX4, grado di isolamento II ed alimentazione a 220-240 V/50 Hz. La portata dell'aspiratore non dovrà essere inferiore a 69 mc/h, la potenza assorbita massima pari a 18 W (max), la corrente assorbita pari a 0.14 A (max), la pressione statica massima pari a 12 mm H₂O (1a velocità).

L'aspiratore dovrà essere dotato di timer per lo spegnimento ritardato rispetto all'illuminazione del locale.

E' compreso ogni onere di installazione e di collegamento elettrico secondo le norme vigenti per dare l'apparecchio in opera a regola d'arte e perfettamente funzionante.

16.5.2 **Scalda acqua elettrico**

Scalda-acqua elettrico a resistenza spessore 35/10 mm, della capacità di 15 litri, potenza 1,2 kW, caldaia in acciaio a doppia zincatura più multifilm, pressione di prova 15 bar, resistenza corazzata, termostato, valvole di sicurezza e ritenuta, lampada spia, completo di raccorderia e flessibili per il collegamento all'impianto idraulico, costruzione a norme CEI, garanzia 7 anni; inclusi i collegamenti idraulici ed elettrici, compreso il rubinetto di sezionamento sulla condotta di alimentazione dell'acqua fredda

E' compreso ogni onere di installazione e di collegamento elettrico secondo le norme vigenti per dare l'apparecchio in opera a regola d'arte e perfettamente funzionante.

16.5.3 **Termoventilatore elettrico**

Termoventilatore elettrico miniaturizzato per installazione a parete con programmatore giornaliero per riscaldamento primario del locale adibito a servizio igienico (tipo Vortice Microrapid 600 VO-timer).

L'apparecchio dovrà essere caratterizzato da dimensioni limitate per l'installazione in spazi ridotti, protetto contro gli spruzzi per l'istallazione anche in ambienti umidi, dotato di motoventilatori tangenziali, realizzato con materiali autoestinguenti, con resistenza blindata e dotata di termostato di sicurezza e termostato ambiente con funzione antigelo.

L'alimentazione dovrà avvenire a 230 V/50 Hz, potenza massima assorbita pari a 600 W, corrente massima assorbita pari a 2.7 A, N. potenze 300/600 W, grado di isolamento I, grado di protezione IPX4, certificazione IMQ, costruito in conformità alle norme CEI 60335-2-30/98.

E' compreso ogni onere di installazione e di collegamento elettrico secondo le norme vigenti per dare l'apparecchio in opera a regola d'arte e perfettamente funzionante.

16.5.4 Asciugamano elettrico

Asciugamano elettrico (tipo Vortice Dry Red) con motore ad induzione dotato di protettore termico per installazione a parete da collocare all'interno del locale adibito a servizi igienici.

L'apparecchio dovrà essere realizzato in resine sintetiche ad elevata resistenza meccanica e stabilità dimensionale, protetto contro la caduta d'acqua verticale, caratterizzato da un flusso d'aria (150 mc/h) in grado di asciugare le mani in ca. 20-30 secondi, mediante attivazione tramite apposito pulsante e regolazione del tempo di erogazione programmabile da 20 a 60 secondi.

L'alimentazione dovrà avvenire a 220-240 V/50 Hz, potenza massima assorbita dalla resistenza pari a 2000 W, potenza massima assorbita dal motore 65 W, corrente massima assorbita 9 A, certificazione IMQ, classe di isolamento II, grado di protezione IPX4, conforme alle norme CEI EN 60335-2-23/1997.

E' compreso ogni onere di installazione e di collegamento elettrico secondo le norme vigenti per dare l'apparecchio in opera a regola d'arte e perfettamente funzionante.

16.5.5 Ventilconvettore elettrico

Ventilconvettore elettrico da parete (tipo Ventil Sabiana VS 92-2E) ad alimentazione monofase (220 V/50 Hz) per il riscaldamento primario del locale a disposizione del personale. Il ventilconvettore sarà dotato di mobiletto di copertura in lamiera d'acciaio preverniciata con griglie di mandata dell'aria reversibili posizionata sulla parte superiore; motore elettrico monofase a due velocità, con condensatore permanentemente inserito, montato su supporti elastici antivibranti ed autolubrificanti, grado di protezione IP 21.

La batteria di scambio termico dovrà essere a resistenze elettriche corazzate (potenza 3000 W), in tubo di acciaio con alettatura continua; la potenzialità dovrà essere suddivisa in due stadi al fine di permettere il funzionamento a carico parzializzato. Il quadro elettrico di comando e controllo con tutti gli automatismi di comando, controllo e protezione, i circuiti ausiliari con i termostati d'ambiente con funzione antigelo e di sicurezza e la morsettiera forniti con il ventilconvettore dovranno essere già predisposti per gli allacciamenti all'impianto elettrico. Dovrà essere inoltre dotato di comando per il cambio della ventilazione e della potenza.

E' compreso ogni onere di installazione e di collegamento elettrico secondo le norme vigenti per dare l'apparecchio in opera a regola d'arte e perfettamente funzionante.

16.6 IMPIANTO IDRAULICO DELL'EDIFICIO SERVIZI

L'impianto idraulico per la fornitura di acqua potabile al locale adibito a servizi igienici (tratto dal pozzetto di sezionamento all'esterno dell'edificio servizi fino al collegamento con i sanitari) e dell'impianto per la raccolta ed il convogliamento delle acque di scarico (tratto dai sanitari fino all'uscita dal muro perimetrale dell'edificio servizi) da realizzarsi nel locale interrato accessibile dal piano terreno mediante staffatura a muro o a soffitto delle condotte,

queste ultime opportunamente isolate; sono compresi i materiali (condotte, strati isolanti, raccorderia, valvolame, materiale per giunti, ecc.) e la posa in opera, le attività da idraulico, nonché le opere murarie necessarie (fori, sigillature, ripristini, ecc.).

E' inoltre compresa l'assistenza alle opere murarie necessarie per l'incasso delle condotte di alimentazione di acqua potabile alle nuove utenze (lavabo, bidet, vaso) nella muratura di nuova realizzazione.

17. OPERE ELETTROMECCANICHE ED IMPIANTISTICHE

17.1 PARATOIE

17.1.1 Paratoie a settore

Si riportano di seguito le specifiche tecniche per la redazione del progetto elettromeccanico costruttivo, l'esecuzione, la messa in opera ed il collaudo delle quattro paratoie a settore, 6,00 x 3,50 m, previste a presidio degli scarichi di fondo del manufatto A.

Ciascuna di queste paratoie sarà movimentata mediante un impianto oleomeccanico (centrale + cilindri) e relativi comandi di manovra e controllo.

La centrale oleodinamica sarà ubicata nell'edificio di servizio a coronamento, così come i quadri elettrico e generale di comando delle paratoie, con plc, monitor led di almeno 22", software di comando e di segnalazione dello stato delle paratoie, del loro grado di apertura, delle portate scaricate, con sistema di registrazione dei dati. Ci saranno inoltre quadri di comando locale delle paratoie con indicazione del loro grado di apertura.

In sostanza le paratoie dovranno poter essere manovrate, così come dovrà poter essere verificato il loro grado di apertura, sia in prossimità di esse (con i sistemi di comando locali), che dall'edificio di servizio (tramite il sistema di comando generale dotato di plc, software e monitor); il sistema di gestione delle paratoie dell'edificio di servizio consentirà anche la registrazione dei dati e quindi delle manovre e delle portate scaricate.

In merito a queste paratoie ed ai relativi sistemi di movimentazione, gestione e comando, l'Appaltatore dovrà elaborare il progetto costruttivo di tutte le componenti, meccaniche, oleodinamiche ed elettriche, con emissione di disegni costruttivi, relazioni di calcolo, il tutto in ottemperanza alle normative vigenti; questo progetto dovrà essere sottoposto alla D.L. per approvazione.

Tutte le componenti strutturali e impiantistiche delle paratoie dovranno inoltre essere verificate in condizioni statiche e sismiche, in ottemperanza alla normativa vigente.

Tipologia impianto:

- | | |
|--|-------------------------------|
| ▪ N. 4 paratoie a settore: | 6,00 x 3,50 m |
| ▪ Quota di soglia / di ritenuta: | 133,00 m s.m. / 136,50 m s.m. |
| ▪ Carico di esercizio a q. di sfioro (144,90 m s.m.): | 11,90 m |
| ▪ Carico massimo a q. di massimo invaso (145,70 m s.m.): | 12,70 m |

Composizione dell'impianto:

L'impianto sarà composto dalle seguenti componenti:

- 4 paratoie a profilo cilindrico in lamiera e profilati di acciaio elettrosaldati.
- 4 x 2 gambe in lamiera e profilati, bullonate alla paratoia, complete di mozzi e boccole autolubrificanti di rotazione.
- 4 x 2 supporti in lamiera di acciaio, per scaricare il carico sulle strutture in calcestruzzo, complete di perno di rotazione di acciaio inox.
- 4 x 2 strutture di tenuta laterali, 4 superiori e 4 sul fondo in acciaio inox provviste di sistema di registrazione ed ancoraggio al calcestruzzo di primo getto. Controsedi di tenuta in acciaio inox.
- 4 x 3 sistemi di tenuta sui quattro lati con guarnizioni di gomma di tipo autoclavica registrabili.

- 4 x 1 sistemi di tenuta sul fondo di tipo a schiacciamento.
- 4 x 2 cilindri oleodinamici a semplice effetto di tipo oscillante aventi le seguenti caratteristiche:
 - corpo tubolare alesato internamente e levigato;
 - asta di acciaio cromata e lucidata;
 - pistone con guarnizione in gomma sintetica ed anelli antifrizione in resina acetica;
 - coperchio inferiore flangiato al corpo con guarnizioni in gomma sintetica e boccole di guida in bronzo;
 - anello raschiatore sull'asta;
 - bulloneria in acciaio inox;
- 4 x 2 supporti laterali per la sospensione dei cilindri.
- 4 sistemi di segnalazione a colonnetta in acciaio verniciato azionato da un filo in acciaio inox collegato alla testa dell'asta del cilindro con richiamo a molla o a contrappeso, completa di interruttori di fine corsa e potenziometro per la misura del grado di apertura.
- 1 centrale oleodinamica per il comando delle paratoie da ubicare nell'edificio di servizio a coronamento.
- 1 quadro elettrico e 1 quadro di comando generale delle paratoie, da ubicare nell'edificio di servizio a coronamento.
- 4 armadi locali contenenti gli impianti elettrici e di comando locale delle paratoie, oltre che di segnalazione del grado di apertura; in particolare il pannello idraulico di comando locale della paratoia con le relative valvole ed elettrovalvole.
- 4 serbatoi dell'olio con funzione di polmone di compensazione da mettere in opera sopra gli armadi di comando locale.
- Cavidotti e tubazioni di collegamento oleodinamico ed elettrico tra gli impianti presenti nell'edificio di servizio e quelli locali delle paratoie.

Le dimensioni precise e le caratteristiche di tutte le componenti impiantistiche devono essere dimensionate dall'Appaltatore nel suo progetto.

Normativa di riferimento:

- UNI10011 Costruzioni in acciaio
- UNI EN 10025 Acciai da costruzione
- AISI Acciai inossidabili
- DIN 19704 Paratoie in acciaio per impianti idroelettrici
- UNI ISO 4413 Oleodinamica – Regole generali per l'applicazione degli impianti oleodinamici nei sistemi di trasmissione e controllo
- ASME II, V, VIII, IX Saldature e controlli non distruttivi – Recipienti in Pressione
- D.M. 14 gennaio 2008 Norme Tecniche per le Costruzioni
- Circ. Min. II. TT. 2 febbraio 2009, n. 617 Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008
- D.M. 26 giugno 2014 Norme tecniche per la progettazione e la costruzione degli sbarramenti di ritenuta (dighe

e traverse)

Materiali:

I materiali utilizzabili per la costruzione saranno indicati nel progetto costruttivo dell'Appaltatore, e dovranno essere approvati dalla D.L.

I materiali usati per la costruzione delle strutture principali dovranno essere muniti dei certificati di analisi chimica dell'acciaiera e prove meccaniche con riferimento alla norma UNI EN 10204.3.1.B

I materiali previsti per la realizzazione dell'impianto sono:

| | |
|--|-------------------------|
| ▪ Lamiere mantello e travi strutturali composte | S355J2G2 |
| ▪ Profilati commerciali | S235JR |
| ▪ Controsedi di tenuta | AISI 316 L |
| ▪ Bulloneria e piastre di fissaggio guarnizioni | AISI 316 L – 304 L |
| ▪ Armadio di comando locale e serbatoio soprastante olio | AISI 316 |
| ▪ Tubazioni oleodinamiche | AISI 304 L |
| ▪ Cavidotti e canaline | AISI 316 L – 304 L |
| ▪ Perni dei supporti | Acciaio inox Duplex |
| ▪ Guarnizioni di gomma (Neoprene) | Durezza 70/80 Sh |
| ▪ Boccole sui supporti | Tipo autolubrificante |
| ▪ Aste dei cilindri cromate | Cromatura sp. 50 Micron |

Centrale oleodinamica, quadri elettrici e generale di comando:

La centrale oleodinamica e il quadro generale di comando delle paratoie saranno ubicati nell'edificio di servizio a coronamento.

La centralina è costituita da cinque gruppi elettropompa di cui, normalmente quattro al servizio delle paratoie dei manufatti. Il quinto gruppo resta di riserva, smistabile in soccorso ai quattro gruppi di normale esercizio.

L'impianto prevede inoltre un sistema oleo-pneumatico di accumulo di energia oleodinamica con ricarica automatica mediante i gruppi elettropompa. La funzione è quella di potere attivare il pilotaggio delle valvole di blocco discesa paratoie, senza richiedere l'intervento immediato delle elettropompe.

Inoltre gli accumulatori che verranno previsti, saranno in grado di effettuare una certa corsa di sollevamento delle paratoie per il recupero della posizione di completo sollevamento. Comunque si prevederanno quattro batterie di accumulatori indipendenti, ciascuna con circuito di ricarica dal proprio gruppo elettropompa di servizio alle paratoie.

L'erogazione del fluido in pressione fornito dai gruppi elettropompa, verrà inviato alle paratoie mediante quattro collettori di pressione indipendenti e normalmente intercettati da valvole elettropilotate.

I gruppi elettropompa verranno avviati con mandata in by-pass, con intervento automatico o manuale. In caso di mancata inserzione della pressione in mandata, con predisposizione automatica, si avvierà il quinto gruppo elettropompa che invierà la sua mandata in soccorso al gruppo in avaria e segnerà sull'apposito monitor di supervisione l'evento di emergenza.

I circuiti di alimentazione, compresi gli accumulatori, verranno monitorati con apposita strumentazione, regolati e protetti da apposite valvole.

Le elettrovalvole di inserimento pressione nei collettori di mandata alle paratoie saranno duplicate con servizio di ridondanza automatica e manuale.

Il serbatoio del fluido sarà costruito in acciaio inox e dotato degli accessori di filtraggio fluido e aria, controllo livelli, scaldiglia termostata e vasca di raccolta perdite.

La logica di controllo delle funzioni operative di manovra delle paratoie e della centrale oleodinamica, verrà svolta da una unità "PLC" (controllo programmabile).

La connessione con le cabine locali, si realizzerà con l'impiego a distanza di "unità remote I/O" che raggrupperanno tutti i dati di segnalazione e comandi per poi essere trasferiti in forma digitale seriale via rete o Ethernet all'unità PLC, via cavo apposito.

Le indicazioni di stato, verranno visualizzate su apposite pagine grafiche e a testo.

Il sistema prevede l'impiego di un regolatore di processo integrato nel PLC. La funzione logica di regolazione delle paratoie, sarà definita in accorso secondo le esigenze che verranno comunicate dalla Committente.

Per la distribuzione della F.M. e per le linee ausiliarie sarà previsto apposito armadio, alimentato da linea trifase, riserva da gruppo elettrogeno, da installarsi nell'edificio di servizio a coronamento.

Esso conterrà:

- i componenti elettrici per il comando, la protezione dei motori elettropompe e relativa strumentazione di controllo;
- distribuzione linee ausiliarie con protezioni, moduli switching duplicati di conversione AC/DC a bassa tensione e unità "UPS" di continuità alimentazione AC.

L'armadio di controllo e comando delle paratoie sarà isolato e schermato dal precedente. All'interno verranno sistemate l'unità "PLC" con integrato il regolatore di processo. Sul fronte verranno sistemate e ben identificate le predisposizioni "MAN-AUTO", "LOC-DIST", "INS-ESCL" e la relativa pulsantiera di comando. Per la supervisione si dovrà prevedere 1 monitor LCD a colori di adeguata dimensione (almeno 22"), per la rappresentazione grafica ed a testo delle seguenti indicazioni:

- Pagina grafica per:
 - impostazione parametri dell'azione regolante;
 - indicazione livelli sotto controllo da parte delle sonde;
 - attivazione comandi di apertura-chiusura paratoie da inviare al PLC;
 - allarmi vari.
- Pagina grafica per l'indicazione delle posizioni delle quattro paratoie:
 - pressioni di esercizio;
 - attivazione comandi e stato;
 - allarmi vari;
- Pagina grafica per le condizioni di stato della centralina oleodinamica ed allarmi vari.

Armadi di comando locale, pannelli idraulici e serbatoi olio:

In prossimità di ciascuna paratoia (all'interno dello sbarramento in appositi spazi), saranno installate una serie di valvole ed elettrovalvole atte a regolare il flusso in entrata e in uscita dai cilindri e alla intercettazione.

Il flusso in entrata sarà filtrato, mentre quello in uscita verrà inviato ad un piccolo serbatoio sopraelevato in acciaio inox dotato di valvola di sfiato ed entrata aria, il troppo pieno verrà collegato al collettore di ritorno al serbatoio principale.

La funzione è quella di compensare il volume mancante nella parte superiore dei due cilindri di ciascuna paratoia, durante la fase di discesa per gravità della paratoia; volume pari a quello delle due aste di manovra.

Le valvole regolatrici di flusso saranno dotate di blocco a chiave per impedire alterazioni della taratura da parte di persone non autorizzate.

Le valvole regolatrici di flusso saranno due indipendenti per ciascuna paratoia, per la regolazione delle velocità di apertura (sollevamento) e di chiusura (abbattimento).

Nel circuito di comando di ciascuna paratoia, ciascun cilindro di manovra sarà dotato di apposita valvola di blocco, direttamente flangiata alla bocca inferiore di alimentazione, ciò per garantire nel tempo il mantenimento della posizione in sicurezza della paratoia. Le elettrovalvole di manovra di ciascuna paratoia saranno duplicate per ottenere una ridondanza di sicurezza con scambio automatico e manuale.

Nei pressi di ciascuna paratoia (all'interno dello sbarramento in appositi spazi) verrà installato un armadio atto a contenere il pannello idraulico di comando con relative valvole accessorie, e con dimensioni tali da permettere agevolmente la manutenzione dei componenti.

Si dovrà prevedere inoltre un elettrotermoconvettore termostato da attivarsi nei periodi freddi. L'assemblaggio dei componenti oleodinamici dovrà essere prevista su piastre monoblocco per il montaggio a piastra e dotate di flange di attacco tubazioni.

Le elettrovalvole dovranno essere dotate di pulsante meccanico per la manovra manuale di emergenza.

Sul pannello collegato al collettore di mandata di ciascuna paratoia, a monte del manyfold di comando, deve essere inserito un filtro con segnalatore elettrico di intasamento, per salvaguardare le elettrovalvole di comando da eventuali inceppamenti dovuti a presenza di sporcizia nel circuito idraulico.

Per le manovre di emergenza manuali, deve essere prevista pompa a leva e targhe esplicative passo-passo di come intervenire.

Per la normale manovra locale, sarà previsto un quadretto elettrico con indicazione di posizione e con pulsanti (dispositivi a "uomo morto") per:

- apertura (sollevamento);
- chiusura (abbattimento);
- selettore di "inserzione mandata in pressione" (sotto chiave).

Per il raggruppamento dei segnali saranno presenti terminali remoti elettronici I/O per comunicazione seriale comandi e segnalazioni al quadro generale di supervisione ed automazione posto nell'edificio di servizio a coronamento.

Dispositivi di segnalazione:

Per la verifica del grado di apertura, la posizione di ciascuna paratoia sarà ottenuta derivando la movimentazione dai leveraggi o bracci laterali, da ambo i lati della paratoia, e poi rinviata mediante trasduttori rotativi elettronici con uscita analogica 4÷20 mA o con uscita digitale assoluta in codice "Gray".

Inoltre le posizioni estreme verranno rilevate da interruttori statici elettronici di “prossimità” come pure per la funzione di recupero automatico della “Posizione sollevata”.

Devono comunque essere possibili almeno le seguenti segnalazioni:

- segnalazione in posto e a distanza: posizioni fine corsa;
- segnalazione in posto e a distanza: grado di apertura.

Sincronismo dei cilindri:

L'alimentazione alle camere dei cilindri di ciascuna paratoia avverrà in forma simmetrica rispetto all'asse di mezzeria della luce. Considerando la forma costruttiva rettangolare e sufficientemente rigida della struttura, sarà sufficiente dotare il nodo di ripartizione flusso alle camere inferiori dei cilindri di una valvola divisore di flusso compensata in pressione.

Tubazioni oleodinamiche, cavi elettrici, di segnale e canaline:

Tutte le tubazioni dovranno essere in acciaio inox AISI 304L – sched. 80/s per i collettori di pressione e sched. 40/s per quelli di scarico.

Esse verranno ancorate con appositi collari in polipropilene, staffati su traversine in una apposita canalina in acciaio inox, per ciascuna paratoia, che dovrà contenere anche due tubazioni, sempre in acciaio inox contenenti rispettivamente i cavi elettrici e di segnale.

Le giunzioni delle tubazioni oleodinamiche verranno eseguite con flange SAE 3000 inox con tasca a saldare e con bulloneria inox. Le saldature dovranno essere eseguite con TIG protette con gas inerte.

Il cavidotto principale si svilupperà dall'edificio di servizio e quindi si ramificherà sviluppandosi fino al sistema di movimentazione di ogni singola paratoia.

Fluido di comando:

Si dovrà impiegare fluido per comandi oleodinamici tipo “sintetico biodegradabile” con elevato “indice di viscosità” in considerazione della esposizione e delle condizioni ambientali dell'opera.

Saldature:

I procedimenti di saldatura che l'Appaltatore utilizzerà per la costruzione e l'assemblaggio delle strutture principali dovranno essere conformi quanto più possibile alle norme ASME e dovranno essere approvati da un Ente di Certificazione (RINA, LROS, etc.).

I procedimenti saranno sottoposti ad approvazione della D.L.

Trattamenti di protezione superficiale:

A seconda del tipo di materiali e superfici, dovranno essere eseguite le indicazioni riportate nel seguito.

I trattamenti di protezione superficiale dovranno essere preventivamente sottoposti all'approvazione della D.L.

Acciai inossidabili:

Le superfici non devono essere verniciate. Le superfici sottoposte a strisciamento devono essere protette mediante l'applicazione di grasso.

Parti in acciaio al carbonio o legato sottoposte a strisciamenti relativi:

Queste superfici non devono essere verniciate. Le superfici sottoposte a strisciamento relativo, quali perni, rotaie ecc. devono essere adeguatamente lubrificate e protette mediante l'applicazione di grasso.

Parti strutturali in acciaio al carbonio non sottoposte a strisciamenti:

Le parti in acciaio al carbonio verranno protette con il seguente ciclo:

- sabbatura grado SA 2.5
- mano zincante inorganico sp. 70 micron
- 1 mano intermedio epossidico sp. 80 micron
- 2 mani pittura epossidica sp. 160 micron

Spessore totale trattamenti: 310 micron, gli spessori indicati si intendono per film secco.

Le parti soggette ad accoppiamento, come flange e superfici di interfaccia tra strutture diverse, devono essere trattate unicamente con primer.

Parti in acciaio al carbonio da accoppiare con requisiti di precisione:

Le parti strutturali in acciaio al carbonio soggette ad accoppiamento con requisiti di bassa precisione, (flange di accoppiamento di interfaccia tra strutture, sia grezze che lavorate di macchina utensile) devono essere protette con il seguente ciclo (gli spessori indicati si intendono per film secco):

sabbatura grado SA 2.5

- 1 mano di zincante inorganico sp. 75 micron
- superficie esterna:
 - sabbatura grado SA 2.5
 - mano zincante inorganico sp. 70 micron
 - 1 mano intermedio epossidico sp. 80 micron
 - 2 mani pittura epossidica sp. 160 micron

Le parti in acciaio al carbonio lavorate di macchina utensile e soggette ad accoppiamento di elevata precisione devono essere protette dalla sabbatura, adeguatamente sgrassate e trattate con primer al fine di evitare l'ossidazione.

Altre superfici:

Le parti in gomma, tela, materiale plastico ecc. non vanno trattate.

Per alcuni componenti in acciaio al carbonio quali perni, alberi, staffe e supporti potrà essere richiesto un trattamento galvanico. Tali indicazioni saranno riportate sui relativi disegni costruttivi dell'Appaltatore. Le superfici delle intelaiature a diretto contatto con getti di seconda fase saranno trattate unicamente con latte di calce.

Piano di controllo qualità:

L'Appaltatore fornirà il Piano di Controllo Qualità che descriverà tutte le fasi rilevanti del lavoro e quelle in officina in cui viene prevista la presenza della D.L.

Il Fornitore dovrà notificare con alcuni giorni di anticipo le date di collaudi ed ispezioni in officina per cui è previsto l'intervento della D.L.

In ogni caso la D.L. potrà eseguire ulteriori ispezioni e controlli che riterrà opportuni anche in date differenti da

quelle indicate nel Piano di Controllo Qualità.

Trasporto e montaggio:

Il trasporto e lo stoccaggio in cantiere devono essere eseguiti a cura dell'Appaltatore adottando i provvedimenti necessari ad evitare il danneggiamento del materiale stesso.

Il trasporto, lo stoccaggio ed il montaggio devono avvenire in condizioni di massima sicurezza sotto la responsabilità dell'Appaltatore nel rispetto delle leggi antinfortunistiche vigenti.

Durante il montaggio, se necessario, devono essere adottate misure precauzionali, atte a consentire il proseguimento dei lavori anche in condizioni ambientali sfavorevoli.

Collaudo in opera:

Si riportano di seguito le minime fasi di collaudo previste:

- installazione delle paratoie e verifica a vuoto di operazioni di apertura e chiusura, azionando gli appositi cilindri oleodinamici;
- controllo visivo, atto a verificare la corretta aderenza delle guarnizioni sulle rispettive controsedi di tenuta;
- allagamento delle paratoie al fine di verificarne la tenuta.

Il criterio di accettabilità del collaudo in opera della porta vinciana, sarà il seguente:

- il grado di tenuta sarà tale da garantire una perdita di acqua non superiore a 0,05 litri al secondo per ogni metro di guarnizione sotto il carico nominale.

17.1.2 Paratoie piane

Per lo svuotamento dell'invaso 2 è prevista la realizzazione di n.2 tombini di scarico a margine del manufatto C presidiate da due paratoie piane a movimentazione manuale di dimensione netta 3000 mm x 3000 mm.

Le paratoie disporranno di tenuta perimetrale su 4 lati da monte verso valle; la tenuta del dispositivo deve essere assicurata da almeno n. 4 elementi a cuneo, posti fra il gargame fisso ed il diaframma mobile, che assolvono al compito di spingere quest'ultimo verso le controbattute. Tutta la spinta sul diaframma viene sopportata da questi elementi a cuneo.

Il dispositivo di sollevamento sarà costituito da vite rotante e non saliente con colonnina di manovra completa di indicatore di posizione volantino e flangetta ISO F10/14 per applicazione del gruppo di movimentazione.

L'inserteria di cui sopra potrà anche essere inserita direttamente nel getto dei manufatti purché venga garantita la massima precisione e comunque il risultato finale di perfetta tenuta della paratoia sui 4 lati.

Nel caso di inghisaggio in seconda fase questo dovrà essere eseguito con betoncino preconfezionato di idonea granulometria in funzione dei ripristini e completamenti da realizzare o comunque previa accurata pulizia delle superfici di getto e delle armature, nonché la spalmatura di primer di aggrappo a base di resine epossidiche.

La paratoia dovrà essere comandata dalla sommità arginale previo realizzazione di un idonea postazione di manovra dotata di parapetti e protezioni in acciaio zincato a caldo e rispondenti alle vigenti normative e innestati sul manufatto di sbocco del tombino di attraversamento; tale manufatto sarà realizzato in c.a. secondo i disegni di progetto.

Tali materiali dovranno essere preventivamente sottoposti alla approvazione mediante verifica della Direzione Lavori.

Nel dettaglio:

- sbarramento costituito da lente, di idoneo spessore e telaio opportunamente dimensionato, in acciaio Fe 360 B UNI 7070 zincato a caldo secondo la norma UNI EN ISO 1461;
- tenute laterali e di soglia in neoprene "a nota musicale" in mescola elastomerica composta da 50% di neoprene e 50% di gomma naturale. applicate al diaframma mediante viti in acciaio inox con piatto inox di ripartizione del carico
- viti in acciaio C 40 per la manovra del diaframma, con attacco ad occhiello e copertura asportabile a protezione della filettatura
- riduttori ad ingranaggio conico e ruota conica montata su sfere
- comando manuale a mezzo volantino
- elevato grado di rendimento e grande semplicità e razionalità costruttiva
- esecuzione stagna mediante guarnizioni di tenuta
- lubrificazione a grasso
- gargamatura di tenuta e di guida in profilati di acciaio zincato a caldo adeguatamente dimensionati

Tutte le apparecchiature e loro particolari componenti saranno costruite con materiali di prima scelta adatti nella loro funzione per ogni singolo particolare e precisamente:

- elementi meccanici, alberi e perni, trasmissione, ingranaggi e riduttori, di regolazione in laminati di acciaio C 50
- chiocchie madreviti in bronzo B 14
- bulloneria di connessione e viti di fissaggio guarnizioni in acciaio AISI 304
- guarnizioni di tenuta in profilati speciali in neoprene di durezza 60/70 shore
- cuscinetti portanti e reggispira di primaria marca

I gargami e i diaframmi avranno il seguente trattamento protettivo:

- sabbatura S.A. 2,5
- zincante inorganico 70 micron

- epossicatrame a finire in due mani spessore 250 micron.

17.2 IMPIANTI ELETTRICI

17.2.1 Normativa di riferimento

I quadri di distribuzione e comando, gli impianti elettrici in genere, le macchine ed il relativo equipaggiamento elettrico, tutta la documentazione e la manualistica relativa, dovranno essere rispondenti alle Leggi Italiane specifiche (applicabili a quel tipo di macchine), ove esistenti, alle Direttive Comunitarie specifiche, ove esistenti, alla Direttiva Macchine, alle Leggi applicabili quando personale dipendente opera sulle macchine, ed alle Norme CEI specifiche, ove esistenti.

- Regolamento CPR dell'Unione Europea n. 305/11.
- CEI 0-2 "guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici"
- CEI 0-21 "Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti BT delle imprese distributrici di energia elettrica";
- CEI 3-14 "segni grafici da utilizzare nella preparazione degli schemi elettrici, alle modalità di esecuzione degli schemi elettrici, alle modalità di preparazione di tutta la documentazione (tabelle cavi, liste morsettiere, ecc).
- CEI 99-3 "Messa a terra degli impianti a tensione superiore a 1 kV in c.a.";
- CEI 11-25 "Calcolo delle correnti di cortocircuito nelle reti trifasi a corrente alternata";
- CEI 11-27 "Esecuzione dei lavori su impianti elettrici a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua";
- CEI 11-48 "Esercizio degli impianti elettrici" (CEI EN 50110-1);
- CEI 17-113 "Apparecchiature assiemate di protezione e manovra di bassa tensione: regole generali" (CEI EN 60439-1);
- CEI 17-114 "Apparecchiature assiemate di protezione e manovra di bassa tensione: quadri elettrici di potenza" (CEI EN 60439-2);
- CEI 20-27 "Cavi per energia e per segnalamento. Sistema di designazione;
- CEI 20-40 "Guida per l'uso di cavi a bassa tensione;
- CEI 20-67 "Guida per l'uso dei cavi 0,6/1 kV";
- CEI 64-8 "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata ed a 1500 V in corrente continua";
- CEI 64-12 "Guida all'esecuzione dell'impianto di terra negli edifici per uso residenziale e terziario";
- CEI 64-14 "Guida alle verifiche degli impianti elettrici utilizzatori";

Norme UNI:

- CEI UNEL 35024/1 "Cavi elettrici con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000 V in c.a. e a 1500 V in c.c. – Portate in regime permanente per posa in aria";

- CEI UNEL 35026 “Cavi elettrici con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000 V in c.a. e a 1500 V in c.c. – Portate in regime permanente per posa interrata”;
- UNEL 35023-70 “Cavi per energia isolati con gomma o con materiale termoplastico aventi grado di isolamento non superiore a 4 – Cadute di tensione”.

Legge 01-03-68 n.186 “Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici ed elettronici”;

Le norme CEI, le norme EN, oppure le equivalenti norme IEC applicabili alle singole apparecchiature a bassa tensione, per quanto concerne la loro costruzione, modalità di installazione e prestazioni nelle reali condizioni di impiego.

17.2.1.1. Norme specifiche per l'equipaggiamento elettrico delle macchine

- EN 60204-1 CEI 44-5 equipaggiamento elettrico delle macchine; regole generali.

Per la scelta dei singoli apparecchi e componenti, ed in fase di montaggio, si eseguiranno le regole della Direttiva bassa tensione 2014/35/UE, quelle della Direttiva 2014/30/UE entrate in vigore a partire dal 20/04/2016.

Tutti gli apparecchi elettrici dovranno avere la marcatura CE, come prescritto dalla Direttiva Macchine 2006/42/CE Edizione 2010.

17.2.1.2. Norme generali di sicurezza per le macchine

- Norme UNI EN 292-1, UNI EN 292-2 (parte prima e parte seconda con relative appendici) e norma UNI EN 1050 analisi e valutazione del rischio delle macchine
- Norma UNI EN 954-1 (1997) determinazione dei requisiti di sicurezza, assegnazione delle categorie di sicurezza delle parti fail-safe dei circuiti di comando in relazione alla gravità alla frequenza e/o durata delle situazioni pericolose ed alla possibilità di evitare il pericolo
- Norme UNI EN del gruppo 13-110 (sicurezza del macchinario), 13.140 (rumore), 13.160 (vibrazioni), 13.180 (ergonomia), pertinenti a questo tipo di impianto e tipo di macchine
- DLgs 17/2010 (recepimento della Direttiva macchine della CEE)
- DLgs 81 del 03/04/08 (recepimento delle direttive della CEE relative alla sicurezza sul lavoro)
- Norma UNI EN 418 Dispositivi di arresto d'emergenza
- Norma UNI EN 1088 (11-1997) Dispositivi di interblocco

Norma UNI EN 1037 (4-1997) Prevenzione avviamento inatteso delle macchine.

17.2.2 **Parametri di progetto e criteri di dimensionamento**

| | |
|---|-------|
| Frequenza di alimentazione: | 50 Hz |
| Tensione di alimentazione del quadro di zona | 400 V |
| Sistema di distribuzione impianto utilizzatore: | TT |

| | |
|--|--|
| Corrente di corto circuito alla consegna: | 15 kA |
| Massima caduta di tensione all'utilizzatore più sfavorito: | 4% |
| Illuminazione di sicurezza: | 1 lux minimo lungo le vie di fuga. 5 lux in prossimità delle uscite di sicurezza |
| Potenza impegnata (Stima) | 100 kW |

Le caratteristiche di un buon impianto di illuminazione con luce artificiale sono dettate dalla norma UNI EN 12464-1. I parametri considerati e da assumere per il nuovo locale deposito campioni sono riportati in i seguenti:

Tabella 1 – Parametri illuminotecnici

| Tipo di Locale | Illuminamento medio mantenuto (1) (lx) | Tonalità di colore (2) (K) | Indice di resa del colore (3) "Ra" | Indice unificato di abbagliamento diretto (4) UGR _L | Limitazione abbagliamento indiretto per terminali video |
|---------------------|--|----------------------------|------------------------------------|--|---|
| - Locali Tecnici | 200 | 3300 -5300 | 80 | 22 | No |
| - Locali controllo | 500 | 3300 -5300 | 80 | 19 | Si |
| - Cunicoli e tunnel | 100 | 3300 – 5300 | 80 | 25 | No |

Note:

- (1) Nelle aree occupate continuamente, l'illuminamento mantenuto non può essere inferiore a 200 lx
- (2) La norma associa ai livelli di illuminamento la tonalità di colore più indicata affinché la sensazione visiva risulti "gradevole". Più basso è il valore più l'illuminamento tende alla luce gialla. Come riferimento si consideri che il colore della luce solare al tramonto è circa 3500-4000°K.
- (3) La norma associa alle varie attività svolte negli ambienti da illuminare e alle loro caratteristiche di finitura interna le proprietà di resa dei colori delle lampade in modo da incrementare il comfort visivo.
- (4) L'UGR è un numero il cui valore cresce con l'abbagliamento e dipende dalla luminanza dell'apparecchio di illuminazione e dello sfondo, nonché dalla posizione dell'apparecchio stesso rispetto all'osservatore. L'UGR_L indicato in tabella rappresenta il valore limite per ogni ambiente.

Ci si riferirà alle seguenti potenze convenzionali assorbite / coefficienti di contemporaneità e di utilizzo:

Prese pulizie e di servizio

| | |
|---|---------|
| Potenza convenzionale di utilizzo di ogni presa: | 3 kW; |
| Coefficiente di contemporaneità a livello dei quadri di zona: | Kc=0,25 |

Illuminazione

| | |
|---|---------------------|
| Assorbimento alimentatore: | 2% potenza lampade; |
| Coefficiente di contemporaneità a livello dei quadri di zona: | Kc=1 |

Quadri a bordo macchina

| | |
|---|--------|
| Coefficiente di contemporaneità a livello del quadro di zona: | Kc=0,8 |
|---|--------|

Tutti i cavi saranno dimensionati per una potenza pari al 30% in più della potenza assorbita.

17.2.3 Descrizione degli impianti elettrici

L'intervento riguarda l'installazione degli impianti elettrici seguenti:

- fornitura e posa in opera di quadro sotto contatore installato in prossimità del punto di consegna della fornitura del distributore.
- realizzazione della linea di alimentazione a partire dalla fornitura Enel realizzata in cavi tipo FG7OR posata interrata fino al gruppo Elettrogeno;
- fornitura e posa in opera di gruppo elettrogeno Cofanato di potenza pari a 160 kVA, completo di quadro scambio rete/gruppo, atto a sostenere tutto il carico installato in impianto;
- fornitura, posa in opera e alimentazione quadro elettrico generale di bassa tensione Q-GBT a partire dal gruppo elettrogeno, mediante cavi di tipo FG7OR posati in cunicoli e passerelle predisposti;
- fornitura, posa in opera e alimentazione di quadro elettrico servizi generali Q-SG a partire dal quadro Q-GBT, mediante cavi di tipo FG7OR, posati in cunicoli e passerelle predisposti;
- fornitura, posa in opera e alimentazione di quadro elettrico Manufatto "C" Q-MANC, alimentato a partire dal Q-GBT, con cavi di tipo FG7OR posati interrati;
- fornitura e posa in opera di gruppo di rifasamento automatico a gradini di potenza pari a 50 kvar;
- alimentazione del quadro di regolazione Q-RA a partire dal Q-GBT, mediante cavi di tipo FG7OR posati in cunicoli e passerelle;
- alimentazione del quadro di regolazione Q-RC a partire dal Q-MANC, mediante cavi di tipo FG7OR posati in passerella;
- alimentazione a partire dal Q-SG di prese di servizio, impianti di illuminazione, centraline TVCC e Antifurto, condizionamento locali, pompe di svuotamento cunicoli, sirena allarme inondazione, ecc... il tutto con cavi FG7OR posati in passerelle e cunicoli;
- realizzazione dell'impianto di terra con corda di rame nuda interrata, sezione 35 mm² collegata in alcuni punti ai ferri di armatura delle fondazioni (dispersori di fatto) dei vari manufatti;
- realizzazione di impianti di Forza motrice e illuminazione interna ed esterna secondo quanto riportato negli elaborati di progetto;

Dal calcolo statistico condotto secondo la norma CEI 81-10 (rischio di tipo 1: perdita di vite umane) l'edificio risulta essere autoprotetto contro il rischio di fulminazione e non occorre quindi l'installazione di un impianto di captazione e di scaricatori per limitare le sovratensioni.

17.2.4 Quadri Elettrici

Verranno installati n.4 quadri elettrici di distribuzione:

- Q-SC: quadro sotto contatore, collocato al punto di fornitura del Distributore;
- QBGT: collocato nel locale servizi, e destinato ad alimentare tutti gli altri quadri;
- Q-SG: collocato nel locale servizi, e destinato ad alimentare tutti i servizi generali, quali Prese, illuminazione interna ed esterna, ecc...;
- Q-MANC: collocato nei pressi del manufatto "C" per l'alimentazione delle apparecchiature ad esso connesse.

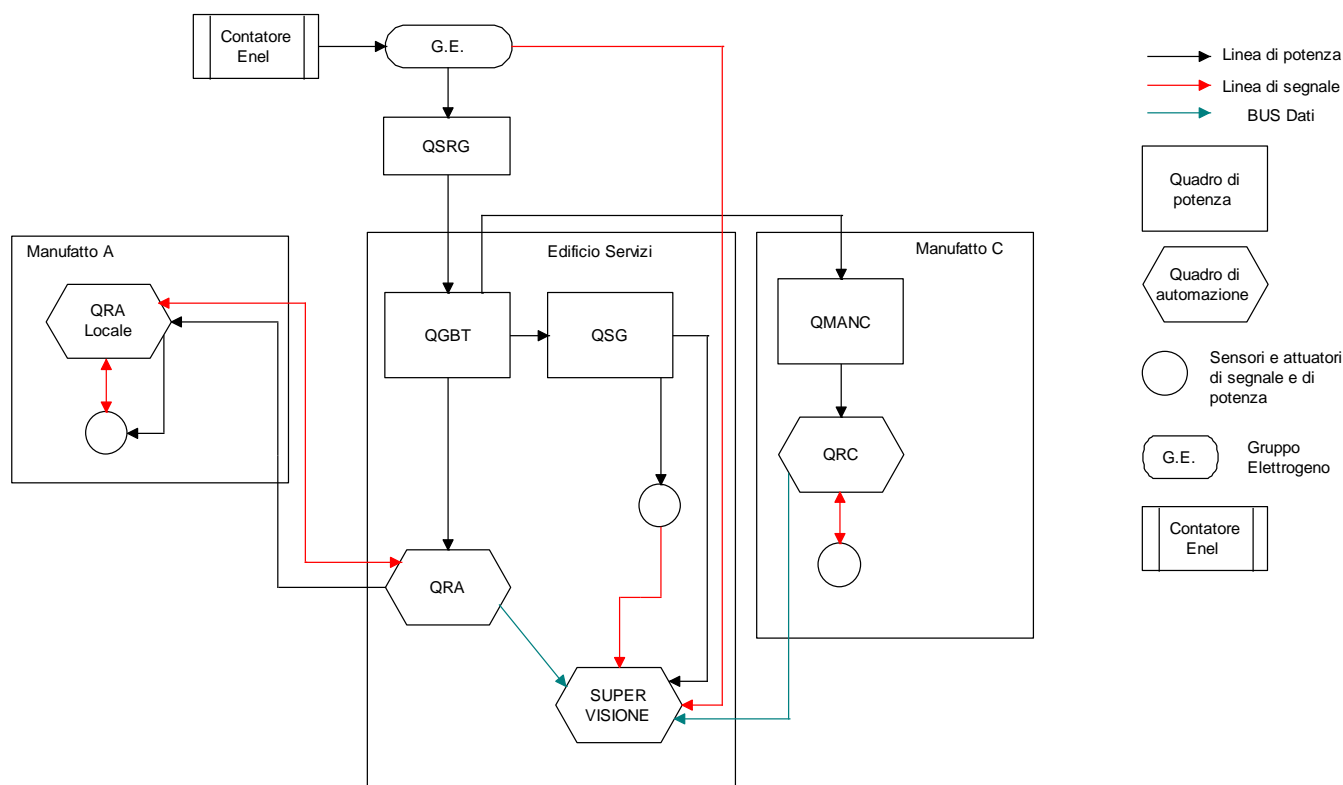


Figura 1 – Schema a blocchi impianti elettrici e di controllo.

17.2.5 Impianto di Illuminazione Esterna

L'impianto di illuminazione esterna prevede l'installazione di n° 53 punti luce tipo armatura stradale a LED, IP65, da 94 W, 12500 lumen, cablate a doppio isolamento, più precisamente:

- n°49 punti luce lungo i percorsi di accesso agli impianti a distanza reciproca di 20m in prossimità delle paratoie e 50m lungo le corsie di spostamento, come evidenziato dalla planimetria di progetto;
- n°4 punti luce ai quattro spigoli dell'edificio servizi.

Per l'installazione a terra si prevede che il corpo illuminante sia montato su palo conico, bitumato internamente e zincato esternamente a caldo per immersione, con estremità curva flessa, e di altezza pari a 7 m.

Per l'illuminazione del coronamento sono previsti n.2 apparecchi illuminanti per lato di coronamento, per un totale di 12 apparecchi (4 apparecchi per coronamento, per i coronamenti di ciascuno dei 3 manufatti), installati a sbalzo su appositi supporti. Saranno apparecchi di tipo LED da 420 W, 57000 lumen, con curva simmetrica 120°.

Strutturalmente gli apparecchi illuminanti dovranno essere costruiti in modo da proteggere efficacemente dall'azione nociva degli agenti atmosferici (polvere, acqua, ecc), non solo le lampade, ma pure il gruppo ottico e tutti gli ausiliari elettrici (portalampade, alimentatori, morsettiere, ecc). A tal fine saranno previsti diversi tipi di protezione contro la penetrazione dei liquidi e della polvere.

17.2.6 Impianto di illuminazione interno dell'edificio servizi

L'impianto sarà realizzato con apparecchiature di tipo ordinario a LED, di potenza indicativa 61W, (equivalenti a 2x58 FLC) corpo e coppa in policarbonato, grado di protezione IP44, e si svilupperà sulla base di quanto indicato nell'elaborato di progetto.

L'illuminazione di sicurezza sarà ottenuta mediante l'installazione di apparecchi illuminanti a LED con gruppo autonomo di emergenza con batterie al Ni-Cd incorporate, in grado di garantire un'autonomia minima di 1 ora e una ricarica completa in 12 ore. Tali apparecchiature dovranno avere un sistema di monitoraggio integrato in grado di comunicare con il sistema di supervisione, al fine di tenerne sotto controllo lo stato di funzionamento, e generare segnali di anomalia in caso di malfunzionamenti, potenza 11W (equivalente 24W FLC), 450 Lumen.

17.2.7 Impianto di illuminazione interno ai cunicoli

L'impianto sarà realizzato con apparecchiature di tipo ordinario a LED, di potenza indicativa 61W, (equivalenti a 2x58 FLC) corpo e coppa in policarbonato, grado di protezione IP67, e si svilupperà sulla base di quanto indicato nell'elaborato di progetto. Anche per i cunicoli, l'illuminazione di sicurezza sarà ottenuta mediante l'installazione apparecchi autonomi di emergenza con batterie al Ni-Cd incorporate, in grado di garantire un'autonomia minima di 1 ora e una ricarica completa in 12 ore. Tali apparecchiature dovranno avere un sistema di monitoraggio integrato in grado di comunicare con il sistema di supervisione, al fine di tenerne sotto controllo lo stato di funzionamento, e generare segnali di anomalia in caso di malfunzionamenti, potenza 11W (equivalente 24W FLC), 450 Lumen..

Così come per l'illuminazione ordinaria, anche per l'illuminazione di emergenza il grado di protezione sarà IP67, in modo da garantire la sicurezza degli impianti e delle persone anche in caso di allagamento dei cunicoli.

La distribuzione delle alimentazioni sarà effettuata con tubazioni e scatole in PVC, e cavi FG7OR, garantendo sempre il grado di protezione IP67.

17.2.8 Impianti di Terra

L'impianto di terra si svilupperà tramite un anello in corda di rame nudo di sezione 35 mm², posato attorno al manufatto "B", andando a riprendere n.2 dispersori verticali a croce in acciaio zincato l. 1,5 m posati in prossimità del manufatto "A" lato sinistro dell'alveo, tramite cavo N07v-k. Verrà posata anche una corda nello scavo che verrà realizzato per la posa dei corrugati utili all'alimentazione del manufatto "C".

Verranno ripresi i ferri d'armatura degli sbarramenti e del manufatto servizi, oltre al collegamento dei plinti per i pali dell'illuminazione stradale.

17.2.9 Impianti di Forza motrice

Impianti

Gli impianti di distribuzione dell'energia saranno realizzati con cavi a doppio isolamento FG7OR posati in tubazioni interrate in polietilene a doppia parete, cunicoli tecnici dedicati (nel locale servizi dove verranno installati i quadri elettrici), in tubazioni in PVC, e in passerelle a filo d'acciaio inox dim 300 x 54 mm con setto separatore.

Tipo prese

Le prese di servizio lungo i cunicoli e nei locali tecnici saranno di tipo industriale con quadro prese formato da Interruttore Magnetotermico Differenziale 4P/32, I_{dn} = 0,03A, I_{cn}=10kA, N.1 Presa CEE17 3P+N+T/16A, N1. Presa CEE17 1P+N+T/16A, n.1 Presa UNEL P30 (Solo per i locali tecnici).

I quadri prese da installare nei cunicoli avranno grado di protezione IP67, mentre quelli dei locali tecnici potranno avere un grado di protezione IP44.

Apparecchiature

Le derivazioni alle apparecchiature di processo (pompe, sensori, ecc...) saranno realizzate mediante cavi FG7OR posati in tubi flessibili in PVC a partire dalle dorsali. Saranno installati sezionatori rotativi di sicurezza con blocco lucchettabile locali sui motori dei vari azionamenti.

Condizionamento

È previsto un impianto di condizionamento con 2 macchine esterne e 4 split per il riscaldamento/raffrescamento dei locali dell'edificio servizi.

17.2.10 Gruppo Elettrogeno

Verrà installato un gruppo elettrogeno cofanato e insonorizzato da 160 kVA per l'alimentazione di tutto l'impianto in caso di emergenza; tale gruppo sarà fornito completo di quadro scambio rete/gruppo, serbatoio interno di capienza sufficiente per garantire continuità di servizio per circa 36 ore.

17.2.11 Impianto di monitoraggio e supervisione

Verrà realizzato un impianto di monitoraggio e supervisione in grado di trasmettere i dati in remoto al fine di garantire un controllo della stazione anche se non presidiata. Il protocollo usato dovrà essere di tipo standard internazionale, non proprietario (aperto). Sarà composto da una CPU in grado di comunicare con i vari sottosistemi che dovranno essere previsti di eventuale gateway di conversione dei protocolli di comunicazione allo standard usato per la supervisione. Saranno previsti inoltre dei moduli I/O per recepire i segnali non interfacciati alle centraline di comando degli impianti (es. sensori di livello aggiuntivi, centrale TVCC, centrale antintrusione, gruppo elettrogeno, ecc...) ed eventualmente comandare utenze specifiche (es. Sirena di allarme dell'impianto di segnalazione sonora).

Scopo del sistema di Supervisione è mettere a disposizione del Supervisore Operativo tutte quelle funzioni che gli permettono di monitorare e controllare al meglio l'impianto a sua disposizione in tempo reale. Riceve dal sistema di automazione tutte le informazioni sullo stato dei sottosistemi acquisite da quest'ultimo, compresa l'insorgenza di eventuali allarmi ed invia direttive di abilitazione/disabilitazione a questi tramite comandi operatore.

Il componente dovrà fornire le funzionalità e gli strumenti operativi per garantire tutti gli aspetti legati alla conduzione e alla manutenzione online dell'impianto.

La Supervisione in via indicativa, (che saranno meglio dettagliate in sede di progettazione esecutiva e di realizzazione) globalmente dovrà assurgere le seguenti funzioni:

1. acquisizione dati da campo;
2. rappresentazione dello stato dell'impianto su pagine grafiche (sinottici) animate;
3. gestione on-line degli allarmi generati dagli apparati di campo;
4. rilevazione anomalie da campo.
5. comandi verso le macchine e gli apparati dell'impianto
6. gestione parametri energetici
7. registrazione, archiviazione e visualizzazione degli eventi della supervisione (comandi, login operatori, allarmi da impianto)
8. security dell'interfaccia operatore
9. esposizione dati.

Le postazioni server svolgono principalmente le funzioni di:

- comunicazione con le macchine periferiche a loro connesse (PLC) per la raccolta di tutte le informazioni dal campo;
- aggiornamento dell'immagine del campo controllato su una base dati di tipo real-time.

Il Server di supervisione dovrà disporre infatti di un database real-time che metta a disposizione tutte le informazioni necessarie al monitoraggio e alla gestione dell'impianto controllato on-line e in tempo reale. Ogni singolo dato dell'impianto dovrà essere individuato da un nome simbolico d'impianto univoco (TAG).

Le postazioni Client svolgono le funzioni di interfaccia uomo-macchina gestendo dinamicamente i dati a disposizione nei database realtime del Server di supervisione.

La funzione di Acquisizione Dati da Campo dovrà essere realizzata dal Server di Supervisione con collegamento ai PLC di campo.

La comunicazione con i PLC (basso livello) dovrà essere realizzata tramite schede dotate di CPU che gestiscano autonomamente la comunicazione con i PLC su canale Ethernet o tramite comunicazione con protocolli standard internazionali aperti, senza appesantire il carico di lavoro dei server.

Il Sistema avrà il compito di sorvegliare e controllare tutte le utenze presenti sull'impianto.

Per interagire con l'impianto tramite il sistema di supervisione, l'operatore dovrà avere a disposizione lo stato di tutte le componenti dell'impianto in tempo reale tramite i sinottici dell'interfaccia HMI del sistema di Supervisione.

In generale dovranno essere utilizzati i criteri di :

- Massima ergonomia sia nella disposizione delle rappresentazioni
- grafiche che nei colori utilizzati
- Massima semplicità d'uso
- Massima fedeltà delle rappresentazioni sinottiche con la realtà dell'impianto (grafica spinta)

Per facilitare l'operatore nel suo lavoro i "sinottici di impianto" dovranno essere strutturati nel modo seguente:

- "Sinottici di monitoraggio generale" che dovranno riportare una visualizzazione di tutto l'impianto o di porzioni consistenti; tali sinottici dovranno contenere la rappresentazione grafica complessiva del layout di ogni impianto e sottosistema (o porzione di impianto o sottosistema), da utilizzare come menù generale di navigazione (per tale scopo vi dovranno essere dei pulsanti specifici corrispondenti a specifiche aree dell'impianto) e di conduzione dell'impianto.

Su tali sinottici dovrà essere data una indicazione generale riassuntiva dello stato dei singoli dispositivi che costituiscono l'impianto monitorato.

• Selezionando una specifica area del “sinottico di monitoraggio generale” si dovrà accedere al “sinottico di dettaglio” contenente i simboli dei principali apparati/macchine che compongono tale zona di impianto. Su tali sinottici dovranno essere rappresentate in maniera dettagliata le informazioni di stato ed anomalia dei singoli dispositivi e dovranno essere presenti pulsanti per impostare o variare i parametri di funzionamento.

Oltre ai “sinottici di impianto” dovranno essere previste:

- Pagine di impostazione di eventuali cicli di funzionamento
- Pagine di allarme riportanti le label relative agli allarmi attivi in tempo reale
- Pagine di diagnostica, per il monitoraggio del funzionamento del sistema di controllo stesso e dei vari sottosistemi
- Pagine per la generazione di report
- Pagine per la visualizzazione e l'analisi di grafici storici
- Pagine per la verifica delle ore di funzionamento e la manutenzione.

Il sistema dovrà consentire di eseguire un controllo diretto e puntuale degli apparati di campo che lo consentono, mediante l'invio di comandi (semplici, multipli e/o sequenziali), la forzatura della loro modalità operativa, impostazione di cicli di funzionamento o variazione di parametri e "set point" di regolazione (in generale nel seguito per brevità si parlerà genericamente di “comandi”).

Il singolo comando dovrà consistere in un messaggio che il Sistema di Supervisione invia alle periferiche di campo (PLC) e che provoca l'attivazione da parte di queste ultime di un singolo comando o di una sequenza (es. di avviamento).

L'invio di comandi dovrà essere effettuato manualmente a seguito di richiesta dell'operatore sull'interfaccia di supervisione stessa, tipicamente cliccando su un pulsante a sinottico. Dovranno essere previste alcune logiche di controllo sull'invio comando, quali:

- Richiedere sempre conferma all'invio del comando, al fine di ridurre al minimo la possibilità di notificare comandi in campo non effettivamente necessari e voluti;
- Applicare dei controlli automatici sullo stato del dispositivo prima di effettuare la notifica del comando in campo (es. inibizione di un comando se ci sono allarmi predefiniti, condizioni operative particolari, o se i dati introdotti non rispettano i requisiti di funzionamento imposti all'impianto);
- Nel momento in cui il comando è confermato, far comparire sul sinottico un segnale indicante il comando in corso e in tale fase inibire la possibilità di effettuare altri comandi su quel tipo di dispositivo.
- Sottoporre l'invio di comandi a regole di sicurezza, in modo da evitare manovre da parte di personale non autorizzato.

Le variazioni di stato spontanee (non conseguenti a un telecomando) al di fuori del limite prefissato dovranno generare un allarme. Tutte le attività di controllo degli impianti (e quindi anche la funzione di rilevazione allarmi) dovranno essere svolte autonomamente dal relativo sottosistema il quale effettua varie logiche di gestione sui segnali acquisiti dagli apparati di campo, rendendo poi disponibili tali dati alla Supervisione.

La supervisione dovrà essere predisposta con un sistema per la generazione, la visualizzazione e la memorizzazione delle informazioni di allarme agli operatori, graficamente e su liste allarmi e dovrà mantenere la registrazione cronologica degli eventi e delle diverse operazioni effettuate dall'addetto.

La generazione allarmi dovrà essere gestita direttamente sul DB realtime di supervisione, configurando opportunamente le TAG aggiornate con i dati di campo acquisiti da PLC.

I nodi di tipo Server Supervisione agiranno come server per distribuire gli allarmi e i messaggi di allarme sulla rete. I nodi Client Supervisione potranno agire come client e ricevere gli allarmi distribuiti, potendo anche attivare meccanismi di riconoscimento remoto degli allarmi stessi.

Il sistema di Supervisione dovrà permettere una configurazione degli allarmi basata sul concetto delle "aree di allarme", che consentono una organizzazione degli allarmi stessi utile a suddividere l'impianto in porzioni specifiche e indipendenti.

Tale suddivisione consente una migliore gestione operativa dell'impianto stesso.

Inoltre gli allarmi dovranno poter essere classificati in base alla priorità in fasce impostate dall'utente indicanti la gravità.

Gli allarmi dovranno essere riportati in tempo reale alla postazione operatore completi della descrizione della variabile in allarme e dell'area di appartenenza.

Il tipo di anomalie rilevate dovrà contemplare:

- anomalie di sensori
- anomalie di trasduttori
- anomalie di attuatori
- mancata o incompleta esecuzione sequenze
- malfunzionamento di apparecchiature monitorate
- etc.

Sull'interfaccia di supervisione dovranno essere predisposte le Pagine Allarmi, che visualizzano dei messaggi contenenti una serie di informazioni volte ad identificare in maniera univoca la natura dell'anomalia o dell'evento e il tempo, con risoluzione del secondo, in cui questa/o si è verificata/o e segnalare situazioni richiedenti interventi.

Dovranno essere predisposte diverse tipologie di Pagine Allarmi, orientate a visualizzare insieme di allarmi secondo diversi criteri:

- puramente cronologico, ossia una pagina allarmi contenente tutti gli allarmi dell'impianto
- in relazione all'"Area" di appartenenza, ossia alla sezione di impianto associata (consente una visualizzazione specifica della situazione allarmi di una certa porzione di impianto).

Le Pagine Allarme dovranno essere strutturate in formato tabellare e riportare principalmente le seguenti informazioni:

- gestione dell'allarme (se riconosciuto)
- la data nella quale si è generato l'allarme in oggetto
- l'ora nella quale si è generato l'allarme in oggetto
- la data nella quale si è ripresentato l'allarme in oggetto
- la data nella quale si è ripresentato l'allarme in oggetto
- il nome del nodo da cui proviene l'allarme
- L'area a cui è stato associate l'allarme, ovvero identifica la porzione di impianto su cui si ha il problema
- il nome del componente che ha generato allarme
- la descrizione completa allarme.

Si dovranno inoltre poter distinguere:

- il più vecchio allarme da acquisire
- il numero totale degli allarmi da acquisire
- gli allarmi a priorità maggiore
- gli allarmi acquisiti e persistenti

In fase di stampa dovrà essere possibile distinguere immediatamente alcuni allarmi (tramite l'utilizzo di caratteri in grassetto o dell'incolonnamento differenziato).

La colorazione della label relativa a un allarme dovrà seguire delle convenzioni predefinite, in base allo stato dell'allarme stesso, da definire in sede di progettazione di dettaglio.

Sulle pagine Allarmi dovranno essere presenti inoltre pulsanti che consentano all'operatore di interagire con i messaggi di allarme (riconoscimento), in modo da consentire una gestione operativa degli stessi.

Sulle pagine allarmi dovranno essere presenti solo gli allarmi attivi in quel momento sull'impianto e quelli eventualmente non ancora riconosciuti. Gli allarmi rientrati, nel momento in cui sono riconosciuti da operatore dovranno sparire automaticamente dalla pagina Allarmi.

La condizione di allarme, oltre ad essere riportata sulle pagine dedicate, dovrà causare anche la comparsa/scomparsa, cambiamento di forma, testo e/o colore associati al 'simbolo' che rappresenta sul sinottico lo stato del segnale.

L'attività di gestione del sistema da parte dell'operatore dovrà essere supportata da funzionalità specifiche per la diagnosi guidata.

In tal senso il sistema dovrà essere in grado di:

- eseguire automaticamente e ciclicamente una serie di controlli sul proprio
- stato di funzionamento con acquisizione e registrazione dei dati sul disco rigido in base a frequenze di scansione predeterminabili dall'utente
- accettare interrogazioni manuali, effettuabili dall'operatore in qualsiasi momento
- accettare configurazione di nuovi punti di campo o introdurre modifiche a quelli esistenti mediante menù guidati;
- generare segnalazioni di allarme in tempo reale in relazione a:
 - stato dei componenti di supervisione
 - stato dei componenti di automazione (PLC)
 - stato delle comunicazioni di rete
 - anomalie nel funzionamento del centro di controllo connesse ad interruzioni di alimentazione elettrica;
 - malfunzionamenti del sistema centrale, degli apparati di front end e di gestione delle linee;
 - anomalie nel funzionamento delle singole sottostazioni di servizio;
 - interruttori di alimentazione elettrica;
 - anomalie SW.

In caso di anomalia di comunicazione o di altra natura riguardante i PLC , sulle pagine sinottiche dovrà comparire la segnalazione di mancanza di aggiornamento dati.

La Supervisione dovrà acquisire da campo una serie di contatori e/o misure utili per fornire un monitoraggio statistico sul funzionamento delle apparecchiature di campo e un monitoraggio puntuale dell'andamento della lavorazione del sistema in generale.

L'acquisizione da PLC dovrà essere realizzata direttamente su Server di Supervisione ove sono mantenuti i dati specifici.

I dati dovranno essere a disposizione su pagine dedicate e utilizzabili per effettuare analisi sullo stato di funzionamento dell'impianto e del processo, tramite trend e/o report predefiniti, sia in tempo reale sia su base storica, per permettere analisi statistiche dei dati, quali: calcolo di valori medi, stagionali, mensili, giornalieri, basati su serie storiche e su periodi temporali variabili, e relativo confronto dei dati con valori di riferimento prefissati con criteri definiti a priori dall'utente, con restituzione sia in forma grafica che tabellare.

Il sistema dovrà prevedere strumenti per la registrazione, l'archiviazione e la successiva visualizzazione e stampa, sia degli allarmi che degli eventi verificatisi sulla supervisione.

Tale archiviazione comprende fondamentalmente:

- Login/logout operatore
- Ricezione allarme da campo e/o malfunzionamenti delle parti hardware o software
- Riconoscimento allarme da parte di un operatore
- Registrazione di misure

La registrazione/archiviazione dovrà essere realizzata a breve, a medio e a lungo termine su database ed includere per ogni evento la data e l'ora dell'insorgere dello stesso. I dati archiviati dovranno poter essere richiamati in qualsiasi momento ed essere rappresentati sotto forma di tabulati o di curve, particolarmente utili per scopi statistici o di confronto utilizzando le funzioni di gestione dati proprie dei database.

I dati acquisiti dovranno poter essere trasferiti periodicamente (es. 90 giorni) su supporto magnetico per essere poi cancellati automaticamente.

Dovrà essere previsto il modulo software per effettuare la visione dei file di eventi e la ricerca di informazioni su di essi, tramite dei filtri sulla visualizzazione su pagine dedicate.

Dovrà essere prevista inoltre la possibilità di eseguire, manualmente e/o a intervalli di tempo prefissati, la stampa di riepiloghi, statistiche a breve e lungo termine sotto forma di tabelle e/o grafici.

Nel sistema di supervisione dovranno essere integrati programmi applicativi per la gestione della manutenzione. Fra essi:

- visualizzazione pagina eventi relativi ad un manutentore
- visualizzazione elenco apparecchiature sotto controllo relative ad un manutentore
- scritture e stampa di cartellini di manutenzione
- stampa tabulati ore di manutenzione
- stampa eventi pregressi relativi ad un manutentore
- ricerca guasti automatica.

Dovrà inoltre essere possibile effettuare la diagnostica delle apparecchiature d'impianto e di gestire il calendario delle manutenzioni ordinarie in base alle informazioni sulle apparecchiature (vita media, grado d'usura, grado d'utilizzo, ecc.) mediante:

- programma totalizzazione ore di funzionamento (tipicamente acquisendo i dati dai convertitori di frequenza)
- programma totalizzazione consumi di energia
- programma emergenza
- programma di restart automatico

I report di cui sopra dovranno essere trattati nelle modalità viste ai paragrafi precedenti, ma dovranno avere pagine dedicate separate dagli altri tipi di report.

Il sistema di supervisione dovrà presentare un sistema di sicurezza user-based, allo scopo di:

- gestire in maniera dinamica l'accesso a predefinite funzioni e strumenti operativi
- impedire l'accesso degli utenti a specifici task e sinottici
- impedire l'interazione diretta con determinate utenze di campo e l'accesso a specifici comandi di apparecchiature e di applicazioni.

Ogni operatore che può accedere al sistema di supervisione dovrà avere la possibilità di identificarsi tramite specifiche generalità (identificativo /login, password) che gli consentono di accedere con le proprie abilitazioni ai sinottici e agli applicativi/strumenti a disposizione; tali generalità definiscono automaticamente l'appartenenza di un utente a un determinato gruppo di livello di accesso.

Non dovrà essere consentita ad ogni modo un'ulteriore suddivisione dei privilegi all'interno della stessa funzionalità.

L'accesso alle stazioni client dovrà avvenire mediante login dell'operatore e i privilegi concessi all'operatore non dipenderanno dalla postazione su cui sta effettuando l'accesso ma dal gruppo di livello, e quindi a particolari privilegi, a cui è associato.

A partire da questo concetto si possono identificare dei privilegi comuni per più insiemi di utenti (gruppi). Gli utenti che possono operare sulla supervisione sono associati a uno dei gruppi, ed è permessa l'effettuazione di comandi o accesso a determinate funzionalità in base a tali profili.

Il numero dei gruppi definito e i privilegi loro concessi dovranno poter essere eventualmente modificati, se necessario.

L'operatore autorizzato dovrà essere in grado di modificare il contenuto del data base, sia modificando alcuni parametri sia operando un ampliamento o una riduzione dei dati da elaborare.

Le operazioni permesse dovranno essere:

- messa in/fuori scansione di grandezze provenienti dal campo
- modifica del nome che identifica una qualsiasi grandezza proveniente dal campo
- modifica dei parametri di segnali, allarmi ecc.
- modifica della composizione dei tabulati di stampa
- aggiunta di linee di telecontrollo
- aggiunta di posti periferici
- modifica dell'equipaggiamento delle periferiche in termini di misure, segnali e comandi ecc.
- aggiunta di tabulati video di misure, stati, ecc.
- modifica e/o aggiunta di schemi sinottici di impianto sia per quanto riguarda la parte fissa che per quella variabile
- modifica delle pagine indici contenenti i richiami per visualizzare le diverse pagine video, al fine di aggiungere le stringhe che descrivono le nuove pagine inserite

Il Server di supervisione dovrà essere predisposto e configurato per esporre/fornire i dati acquisiti dal campo verso l'esterno, garantendo pertanto una apertura per eventuali integrazioni con altri sistemi e dovrà poter svolgere anche funzioni di WEB Server per accesso remoto tramite Intranet, Internet (VPN), o ancora mediante semplice connessione con modem telefonico PSTN o ISDN con workstation generiche senza software specifico.

Il Server di Supervisione dovrà essere predisposto per il collegamento ad un'eventuale rete locale per la distribuzione delle informazioni ad altri computer.

Il sistema di supervisione dovrà poter segnalare le condizioni di allarme a distanza, mediante telefono o messaggio SMS.

Nel caso di utilizzo di un sistema di telegestione, esso potrà fornire dati ad altre procedure esterne e da esse ricevere eventuali istruzioni di comando o configurazione.

Il server e i client di supervisione dovranno essere costituiti da PC industriali operanti in ambiente Windows del più recente e diffuso standard di mercato, disponibile al momento dell'esecuzione dei lavori.

Tutti i componenti della gestione tecnologica dovranno essere costruiti da case di consolidata presenza sul mercato in grado di fornire le massime garanzie di continuità e di supporto nel tempo. Non dovrà essere quindi previsto per queste funzionalità lo sviluppo di software ad hoc.

Il sistema proposto dovrà essere in grado di gestire una realtà geografica costituita da diversi sottosistemi, anche di fornitori diversi, realizzando in ogni modo un ambiente integrato per l'ottimizzazione della gestione degli impianti e dei consumi energetici.

Per le postazioni client, oltre ai PC dovranno essere forniti una stampante a colori dotato di software compatibile Windows

In ogni caso le logiche di comando di ciascuna utenza dovranno essere implementate all'interno del PLC da cui l'utenza dipende, in modo da consentire il funzionamento anche in mancanza di collegamento con gli altri PLC: è ammessa la dipendenza dal PC di supervisione o da altri PLC solo in casi eccezionali ed inevitabili.

Il sistema dovrà essere dotato di software e firmware standard conformi alle necessità specifiche, di tipo modulare con elevato grado di isolamento tra i moduli in modo da accettare espansioni, modifiche, aggiornamenti senza richiedere interventi di cambiamento a livello strutturale nel sistema.

Il software dovrà prevedere un insieme ben preciso di elementi, ognuno dei quali si trova ad un determinato livello gerarchico e racchiude gli elementi del livello sottostante.

I programmi sorgenti dovranno essere di facile:

- comprensione nella lettura,
- modifica.

Dovrà essere inoltre possibile per l'utente creare programmi applicativi speciali che soddisfano particolari sue esigenze.

L'impianto dovrà essere diviso in aree, ognuna delle quali controllata dal codice di un blocco funzionale ognuno dei quali, al suo interno, dovrà contenere la gestione:

- del funzionamento delle parti di impianto;
- degli allarmi;
- delle segnalazioni acustiche e luminose,
- dei pannelli di comando.

I blocchi dati d'istanza dovranno avere la stessa numerazione dei blocchi funzionali a cui sono abbinati.

Ad ogni operando o oggetto dovrà essere associato un nome simbolico univoco. Per gli I/O esso dovrà corrispondere alle sigle riportate sugli schemi elettrici.

Inoltre, ad ogni nome simbolico deve essere abbinato un commento che, per esteso, riporti il significato della variabile o oggetto. L'assegnazione dei nomi simbolici deve essere coerente ad un'unica convenzione condivisa con l'appaltante.

I commenti hanno un ruolo importantissimo nella leggibilità di un programma, pertanto ogni blocco o funzione dovrà riportare, inizialmente, una descrizione di cosa fa ed in seguito, nei punti notevoli, si dovrà descrivere come si sta realizzando una determinata funzione. Sono ammessi commenti solo in lingua italiana.

La realizzazione del sistema di automazione sarà del tipo ad "intelligenza distribuita" cioè si demanderanno al livello 1 dell'impianto (PLC) l'esecuzione dei cicli e la gestione delle sicurezze delle macchine nonché tutte le regolazioni.

Queste funzionalità del livello 1 si dovranno svolgere per mezzo di parametri di funzionamento provenienti dal livello 2, il quale dovrà sovrintendere alla gestione dei dati, alla loro memorizzazione, alla gestione degli allarmi, all'interfaccia uomo-macchina, ecc.

Questa impostazione permetterà che, in caso di guasto alla supervisione, l'automazione di base continui a funzionare secondo gli ultimi parametri di ciclo impostati; un eventuale guasto alla rete locale dovrà avere quindi effetti limitati sulla funzionalità del sistema.

Il programma di automazione dovrà essere realizzato considerando le funzioni di regolazione previste per il corretto funzionamento dell'impianto:

- acquisizione di stati di organi e allarmi
- comando di organi
- acquisizione di misure analogiche
- acquisizione di impulsi di conteggio
- registrazione cronologica degli eventi

In funzione del tipo di punti controllati ed in aggiunta ai programmi relativi alle funzioni evidenziate nel presente capitolato, in ogni PLC dovranno pertanto risiedere i seguenti programmi:

- Programma orario giornaliero/settimanale: attraverso la gestione dei parametri programmati, esegue avviamenti od arresti con rilevamento del feedback e segnalazione dell'anomalia, accensioni o spegnimenti di apparecchiature, secondo programmi orari prestabiliti ed entro un calendario prefissato. Il programma dovrà comunque consentire la gestione di date relative a festività o ad altri giorni per i quali non vale la normale programmazione.
- Programma di controllo delle regole per il funzionamento delle macchine: dovrà realizzare e verificare le condizioni di interblocco per evitare che l'arresto di un dispositivo si ripercuota sul funzionamento dell'impianto o sulla sua sicurezza. Tali interblocchi saranno segnalati al supervisore mediante adeguati allarmi. Qualora vi siano macrocomandi per l'avviamento di intere sezioni di impianto, gli stessi analizzeranno tutte le condizioni di possibile anomalia.
- Programma di controllo dello stato dei selettori Auto/Man: tramite questi selettori il comando delle macchine potrà essere effettuato in modalità "locale" (elettromeccanica) o in modalità "remota" (con utilizzo del sistema di automazione) e la scelta delle due modalità sarà realizzata tramite un selettore Man/0/Aut posto sul rispettivo quadro di comando. Tramite questo programma non devono essere avviati in automatico quei dispositivi il cui selettore di stato non è su automatico.
- Controllo regolazione digitale diretta DDC: tramite tali programmi si realizza il comando diretto di organi finali di regolazione (servocomandi di valvole e serrande, contattori, ecc.) in modo modulante, proporzionale (P), proporzionale integrale (PI), proporzionale integrale derivativo (PID), ON/OFF, a gradini. Gli algoritmi di regolazione devono essere residenti nell'unità di elaborazione periferica.
- Programma di reazione: provoca l'attuazione automatica, in presenza di particolari eventi, di operazioni programmate. In condizioni di regime normale, il sistema dovrà garantire un tempo tipico di intervento inferiore a 2 secondi tra la generazione della causa e l'attivazione della reazione.
- Programma di ritardo allarmi particolari: per alcuni particolari punti controllati il programma dovrà assegnare un tempo di ritardo prima dell'invio della segnalazione di allarme. E' questo il caso di controlli particolari (flussostati o pressostati su circuiti idraulici o su canali d'aria), che devono essere filtrati durante le fasi di avviamento e spegnimento degli impianti.
- Programma di soppressione di allarmi: il programma dovrà provvedere alla soppressione automatica di particolari allarmi, quando viene fermato l'impianto. In particolare devono essere filtrati automaticamente verso l'unità centrale tutti gli allarmi che vengono generati dagli impianti di condizionamento e idricosanitari a seguito del blocco di macchine dovuto alla mancanza rete e durante tutta la fase di gestione dell'emergenza elettrica. In tali casi al sistema centrale verrà inviato un allarme riassuntivo dello stato dell'impianto.
- Conteggio ore di funzionamento o programma di manutenzione: il programma dovrà provvedere al conteggio delle ore di funzionamento delle apparecchiature controllate. Qualora siano stati fissati valori limiti di funzionamento, il programma, all'approssimarsi o al superamento di tali limiti, provvederà all'inserzione automatica dell'eventuale apparecchiatura di riserva e ad inviare una segnalazione al sistema centrale. A seguito dell'invio di tali segnalazioni, l'operatore potrà stampare da sistema centrale una scheda riassuntiva

dettagliante le caratteristiche del componente interessato dal superamento e le operazioni di manutenzione da eseguire.

- Programma di controllo valori limite: a tutti i punti collegati dovrà poter essere associato un valore limite superiore e/o inferiore. Al superamento di tali limiti, il programma provvede all'invio di segnalazioni di allarme e all'attuazione dell'eventuale programma di reazione.
- Programma di avviamento/spegnimento ottimizzati: il programma, basandosi sulla temperatura esterna e su quella ambiente, dovrà provvedere ad avviare gli impianti con il minor anticipo possibile rispetto all'orario di inizio occupazione, pur garantendo per tale orario il raggiungimento delle condizioni di comfort desiderate. Analogamente, il programma dovrà ottimizzare l'orario di spegnimento degli impianti.
- Programma e/o sistema di analisi dei consumi: il programma e/o sistema dovrà essere in grado di gestire i prelievi di potenza
- Programma di telecomunicazione automatica: dovrà consentire la gestione automatica di modem che operano su linee commutate, per inviare o ricevere informazioni da periferiche o da altri sistemi remoti (esclusa la connessione con l'unità centrale che è gestita da hardware e da software dedicato della unità periferica).
- Programma di interfaccia con la Supervisione: dovrà occuparsi del colloquio con il livello superiore, senza interferire con la gestione del campo. Non sarà possibile dal supervisore l'azionamento diretto dei dispositivi sottoposti a logica di automazione. In particolare, un comando da supervisione non deve essere mai applicato direttamente sulla "bobina", ma su una variabile. Sarà quindi realizzata una logica di ribaltamento della variabile sul punto di comando (Uscita) del PLC. Analogamente, in caso di logiche per la determinazione di allarmi cumulativi o di sequenza di avviamento, sarà configurato e portato in supervisione un segnale virtuale di anomalia (es. Mancato avviamento o errore di sequenza). Le variabili del PLC utilizzate per la lettura o scrittura da parte della supervisione, saranno divise per blocchi omogenei, ma contigue e successive. Sarà quindi accuratamente evitata, nella memoria del PLC, la distribuzione non consecutiva in memoria delle variabili lette o scritte dal sistema di supervisione.

Caratteristiche funzionali richieste ai PLC

- essere del tipo a microprocessore;
- essere forniti di sistema operativo residente su memorie non volatili
- gestire direttamente i punti ad essi afferenti ed avere pertanto i programmi applicativi necessari residenti su memorie non volatili o su memorie RAM di adeguata capacità. In quest'ultimo caso batterie a secco in tampone devono garantire un'autonomia di mantenimento delle memorie non inferiore a 7 giorni;
- prevedere un software di comunicazione per la trasmissione di dati tra i PLC stessi e con la supervisione basato su protocolli provati e standard;

- essere in grado di gestire il campo e la comunicazione con le altre CPU, nei casi previsti dalle azioni dirette, anche in mancanza del collegamento con la supervisione
- presentare modularità e flessibilità di configurazione software ed essere provvisti di schede per lo scambio di segnali in ingresso ed uscita di tipo digitale (mantenuto od impulsivo) ed analogico;
- presentare modularità hardware;
- essere dimensionati e distribuiti in modo che un'unica CPU controlli porzioni limitate di un singolo impianto, al fine che un eventuale guasto di un'unità periferica possa provocare un disservizio limitato agli impianti controllati; una CPU non dovrà in ogni caso controllare un numero di punti fisici superiore a 250 (riserva compresa);
- essere dotati di autodiagnosi per l'hardware ed il software per il controllo del corretto funzionamento dei propri programmi e degli elementi in campo gestiti. Nel caso in cui vengano rilevate anomalie di funzionamento, i PLC devono informare la supervisione. Per i PLC che controllano parti di impianto di particolare importanza (UPS, impianti di sicurezza) le segnalazioni di "watch-dog" (cumulative di qualunque anomalia presente) dovranno essere collegate via hardware ad altre CPU ed essere trattate come "allarmi gravi" di livello 1.
- avere un buffer di memoria per consentire la memorizzazione dei cambiamenti di stato e degli allarmi dell'impianto controllato, con date ed orari relativi, in caso di interruzioni nella comunicazione con l'unità di supervisione per periodi non inferiori a 60 minuti;
- compatibilità elettromagnetica: conforme alle norme IEC 870-2-1
- Classe severità prove = 3
- protezione meccanica: IP55 in armadio o cofano a parete
- riconfigurazione locale: a mezzo di PC portatile
- tempo di scansione ingressi digitali funzioni di base: 10,33 ms
- tempo di scansione ingressi digitali funzioni RCE: 10 / 20 / 50 / 100 ms programmabile
- tempo di scansione ingressi analogici: 1,5 s
- durata degli impulsi delle uscite digitali: 50 ms 12 s (risoluz. 50 ms) programmabile singolarmente
- tipologie di gestione degli ottetti di ingressi digitali: semplici/doppi programmabile per ottetto
- tempo di correlazione breve (ottetti ingressi doppi) : 0 3000 ms programmabile
- tempo di correlazione lungo (ottetti ingressi doppi): 0 12000 ms programmabile
- Enti con abilitata la registrazione cronologica: programmabili singolarmente, max 20 con scansione 10 ms
- senso di variazione registrato positivo/negativo/entrambi programmabile singolarmente

- gestione antirimbalzo opzionale
- eventi memorizzati max 2000
- precisione orologio: $10 \times E-6$
- stabilità orologio: $10 \times E-6$
- sincronizzazione orologio messaggio da centrocalendario secolare con anni bisestili
- ora legale non gestita localmente - tempo tra due sincronizzazioni orarie da centro max 30 minuti
- presenza di almeno 1 porta dedicata alla comunicazione con la supervisione e per
- l'interfacciamento con altre CPU;
- presenza di almeno 1 porta per il collegamento locale di 1 terminale di dialogo;
- presenza di modulo di alimentazione e di sistema di ricarica delle batterie in tampone.

Il comando degli impianti ed il rilevamento di informazioni dovranno essere realizzati collegando i punti da comandare, controllare e gestire con le unità periferiche.

I segnali di comando e di rilevamento potranno essere di tipo digitale ed analogico.

I comandi digitali dovranno essere realizzati sia verso i quadri elettrici sia verso gli elementi in campo, tramite un contatto elettrico "pulito" con portata di 2A, 250V, 50 Hz.

I rilevamenti digitali dovranno essere emessi dai quadri elettrici o dagli elementi in campo, tramite un contatto elettrico "pulito" con portata di 2A, 250V, 50 Hz.

I comandi analogici dovranno essere emessi dall'unità periferica verso i quadri elettrici o gli elementi in campo tramite un segnale standard ($0 \div 20$ mA, $4 \div 20$ mA, $0 \div 10$ V).

Analogamente i rilevamenti analogici dovranno essere emessi dai quadri elettrici o dagli elementi in campo tramite un segnale compatibile con le periferiche.

I PLC da utilizzare e tutti gli accessori dovranno essere di primaria marca.

La composizione dei PLC dovrà essere modulare e compatta.

L'assemblaggio degli stessi dovrà essere realizzato su appositi profilati modulari.

Ogni PLC dovrà essere completo di un'unità CPU dotata di memoria non volatile, anche asportabile (tipo memory card), con sufficiente velocità di calcolo e dotazione di memoria atta a garantire le performances delle unità di trattamento. Sarà inoltre predisposto per la comunicazione mediante porta Industrial Ethernet, un'interfaccia secondo protocolli standard internazionali Aperti (es. Konnex), e possedere un'interfaccia Bus per il collegamento delle unità periferiche e di eventuali dispositivi di misura o azionamento che ne sono provvisti. La tecnologia

costruttiva e la logica di programmazione dovranno essere rispondenti alle norme IEC 61131-1 - IEC 61131-2 - IEC 61131-3

I moduli di I/O analogici dovranno avere isolamento galvanico per ogni canale.

Dovrà essere garantita la reperibilità dei ricambi sul mercato per almeno 10 anni dalla data di collaudo del sistema.

Dovranno essere previsti circuiti di auto diagnostica che permettano anche localmente di verificare lo stato di funzionamento degli apparati.

Le periferiche, non essendo duplicate, rappresentano l'anello debole della catena.

È quindi richiesta quindi una elevatissima affidabilità delle apparecchiature di ultima generazione.

Il degrado delle funzioni dovrà essere di tipo "morbido".

Le interfacce fisiche da esse presentate al campo dovranno essere tali da garantire la sicurezza degli apparati e del personale in caso di accidentali avarie ai sistemi di connessione al campo.

Particolare cura dovrà essere rivolta alla loro protezione contro disturbi transienti e sovratensioni, in modo da garantire adeguati livelli di qualità del servizio.

17.2.12 Impianto TVCC e Antintrusione

Verranno realizzati un impianto antintrusione per l'edificio servizi, e un impianto TVCC per il controllo della zona. Inoltre verranno posizionate telecamere specifiche sui coronamenti a monte e valle per il controllo visivo del livello dell'acqua.

L'impianto antintrusione sarà a copertura dell'intero edificio servizi.

Tutti i componenti del sistema (centrale, rivelatori, attuatori, reti di collegamento) devono rispondere ai requisiti minimi stabiliti dalla norma CEI 79-2 in funzione del livello di prestazione stabilito dal progetto.

I rivelatori e i dispositivi di allarme, dove contemplati dalla norma CEI, dovranno possedere il marchio di qualità IMQ – ALLARME e possedere il livello di protezione minimo pari al 2°.

Possono, altresì, essere utilizzate apparecchiature che dispongono di un equivalente marchio di qualità (tipo VDS) rilasciato dagli organismi notificati dalle autorità competenti in materia.

Comunque tali dispositivi dovranno rispondere, come requisito minimo, alle prescrizioni di sicurezza elettrica e antimanomissione (apertura e rimozione).

La centrale antintrusione sarà di tipo a microprocessore con le seguenti caratteristiche:

- n. 3 linee di allarme N.C.: n. 1 ritardata, n. 2 immediate escludibili tramite pulsante dedicato;

- n. 1 linea N.C. antisabotaggio 24 h;
- n. 2 zone di parzializzazione liberamente associabili;
- uscita reset memoria di allarme sui rivelatori; uscita per buzzer di segnalazione; memoria di allarme su ogni linea;
- segnalazione su led delle linee non funzionanti;
- tempo di ingresso e di allarme programmabile; tempo di uscita fisso;
- uscita per attuatore di allarme;
- uscita per attuatore di allarme autoalimentato;
- uscita di allarme su scambio libero relé (max 5 A) (usata per riporto allarme al sistema di supervisione);
- tamper di protezione apertura contenitore;
- chiave meccanica di sicurezza per inserimento/disinserimento impianto;
- segnalazioni su led dello stato impianto;
- esclusione automatica delle linee aperte al momento dell'attivazione; completa di circuito per gestire fino a 3 inseritori remoti.

Si intende compreso nella fornitura l'alimentatore con batterie tampone.

Per la protezione dall'apertura forzata delle porte comunicanti direttamente con l'esterno e delle finestre al piano terra verranno utilizzati contatti magnetici del tipo a doppio/triplo bilanciamento.

Il dispositivo è costituito essenzialmente da due parti, un magnete ed una parte di rilevamento in alluminio o metallo protetto contro la corrosione. La connessione deve essere a fili, con 1,5 metri di lunghezza minima della protezione in acciaio della guaina e 2 metri di lunghezza del cavo. La prestazione minima dovrà essere pari al Livello 2°. Deve essere protetto contro la rimozione sia del magnete che del sensore. La distanza minima di funzionamento deve essere pari a 5 mm sui metalli e 14 mm sui materiali isolanti

Saranno installati rivelatori volumetrici per la protezione dei corridoi e dei locali. Saranno di tipo dual sensor a microonda da 15m ed infrarosso passivo da 15m con circuito per il funzionamento in End, dispositivo antiaccecamento, in custodia antimanomissione per fissaggio a parete o controsoffitto.

Sulla facciata di ingresso principale sarà installata una sirena di tipo elettronico ad effetto elettromagnetico o piezoelettrico. La sirena sarà installata in contenitore in acciaio assoggettato a trattamento anticorrosione con doppio coperchio antischiuma, dotata di lampeggiatore incorporato, protezione contro l'inversione di polarità, circuito elettronico protetto con impregnanti idrorepellenti.

Nella custodia sarà installata una batteria tampone di adeguata capacità.

L'inserimento dell'impianto potrà avvenire secondo le seguenti modalità:

- tastiera di comando ubicata all'interno in prossimità dell'ingresso: utilizzo di codice di attivazione/disattivazione da 4 a 6 cifre; possibilità di parzializzare le zone tramite codice; segnalazione dello stato delle zone su tre led dedicati con memorizzazione degli allarmi e segnalazioni anomalie; buzzer interno di segnalazione;
- inseritore a chiave all'esterno, in custodia protetta, completo di modulo e n. 3 chiavi elettroniche.

Completa l'impianto un combinatore telefonico a 2 canali per il riporto a distanza degli allarmi.

L'impianto TVCC da realizzare dovrà essere interamente realizzato con tecnologia IP e dovrà consentire la visualizzazione, registrazione ed estrazione on-line delle immagini riprese dalle telecamere poste a protezione delle zone esterne perimetrali

Il sistema TVCC sarà costituito dalle seguenti apparecchiature:

unità di ripresa da esterno a colori in versione "Day&Night", completa di custodia stagna

centrale di commutazione, controllo e videoregistrazione digitale localizzata in sala controllo

Il sistema sarà in grado di registrare su disco rigido tutte le immagini delle telecamere sia costantemente, sia per comando da sistema di monitoraggio degli allarmi di sicurezza, sia su attivazione dovuta alla funzione di "activity detection" delle telecamere stesse.

Il sistema dovrà consentire la segnalazione sonora e visiva all'operatore, abbinata alla visualizzazione su una finestra video ed alla registrazione, delle immagini provenienti da telecamere attivate dal movimento o dal passaggio in modo tale da attirare l'attenzione del personale: la funzionalità dovrà poter essere attivata/disattivata semplicemente ed in base a programmazioni orarie.

Il funzionamento della centrale sarà di tipo completamente programmabile e tale da privilegiare in massimo grado criteri di automatismo, in modo da sollevare gli operatori da incombenze non strettamente collegate alle problematiche della sorveglianza.

Tutte le apparecchiature fornite saranno, in termini di sicurezza, conformi alle norme IEC 65 o alle norme CEI 12-13.

La costruzione degli apparati dovrà essere improntata a principi di modularità tali da garantire la massima flessibilità di configurazione del sistema oltre alla dovuta rapidità di intervento e di ripristino della funzionalità del sistema in caso di guasti.

L'appaltatore dovrà predisporre idonei switch di rilancio del segnale in cassette stagne (IP 44 minimo) da esterno tipo "Conchiglia" per il rilancio del segnale qualora la lunghezza del cavo UTP superi 100 m.

Particolare attenzione andrà posta all'installazione delle Telecamere atte al monitoraggio visivo del livello dell'acqua prima e dopo i coronamenti.

17.2.13 Impianto di Segnalazione Sonora

Verrà installata una sirena di segnalazione pericolo, di tipo industriale omologata ai sensi della circolare ministeriale n. 1125, con livello sonoro di tipo continuo pari a 129dB a 1,5m, accelerazione 6 secondi.

Caratteristiche elettriche:

- motore: trifase a gabbia di scoiattolo
- Tensione: 400 V
- Potenza: 0,75 kW
- cosfi: 0,82

17.2.14 Impianto di cablaggio strutturato

Sarà previsto un permutatore all'interno dell'edificio servizi che dovrà raccogliere tutte le connessioni dati tipo Ethernet delle apparecchiature quali Server e Client, TVCC ecc...

Funzionalità e caratteristiche:

- permutatore fonia/dati in armadio rack da 12 unità con portina in vetro e ventilazione forzata, completo di patch panel con connessione RJ45 dati/fonia, passacavi ed accessori relativi.
- rete dati realizzata con collegamento in cavo fibra ottica monomodale 8 fibre con partenza dal permutatore e arrivo sul quadro di regolazione del manufatto "C"; cavo FO con guaina interna in polietilene antiumidità e guaina esterna in materiale autoestinguente LSF-OH, posata e attestata
- rete fonia/dati realizzata con cavi UTP a 4 coppie in Categoria 6A che si attestano mediante connettori RJ45 alle postazioni utente e alle TVCC

Gli apparati attivi di gestione della rete, i server, le antenne DECT e Wi-Fi, ed in generale la organizzazione delle risorse di rete saranno definite acquistate e configurate direttamente da AIPO in relazione alle scelte che verranno effettuate in sede di progettazione esecutiva e, soprattutto, a seguito dell'installazione degli impianti.

17.2.15 Criteri di scelta dei componenti principali

Scelta delle tubazioni

Le tubazioni usate, in relazione alla classificazione degli ambienti, saranno:

- Per la distribuzione nei tratti a vista: tubo isolante rigido serie media in materiale termoplastico a base di cloruro di polivinile (PVC) autoestinguente conforme secondo norma CEI EN 50086-1, marcatura IMQ.

- Per la distribuzione nei tratti interrati o incassati nel sottofondo di pavimenti o pareti: cavidotti di protezione isolante flessibile sezione circolare, in polietilene ad alta densità autoestinguente, conforme secondo norme CEI EN 50086-1 e CEI EN 50086-2-4, marcatura IMQ.

I tubi avranno un diametro interno non inferiore a 1,3 volte il diametro del cerchio circoscrivente il fascio dei conduttori contenuti con un minimo di 20 mm.

Le passerelle avranno un coefficiente di riempimento non superiore al 50%.

I cavidotti interrati avranno diametro interno non inferiore a 1,8 volte il diametro del cerchio circoscrivente il fascio dei conduttori contenuti.

Scatole di derivazione

Per posa in vista su pareti o strutture, le scatole saranno in materiale plastico, di robusta costruzione, con coperchio fissato con viti, grado di protezione IP 55 o superiore, con imbocchi con raccordi a pressione.

Vie cavi

Le passerelle e le tubazioni avranno un andamento parallelo agli assi delle strutture evitando percorsi diagonali ed accavallamenti.

Per le passerelle dovranno essere impiegati solo pezzi speciali dedicati. Non è ammesso l'impiego di pezzi prefabbricati in sito. L'interasse dei supporti dovrà essere non superiore a 2,5 m e comunque secondo le indicazioni riportate sugli elaborati grafici.

Le derivazioni delle tubazioni saranno eseguite esclusivamente mediante l'impiego di scatole di derivazione.

Le tubazioni interrate faranno sempre capo a pozzetti o vani d'attestamento, completi di chiusino o coperchio; per tratte particolarmente lunghe saranno inoltre previsti pozzetti rompitratta ogni 30 metri.

Tipi e sezioni dei conduttori

Tutti i conduttori impiegati saranno costruiti da primaria casa, rispondenti alle norme costruttive stabilite dal CEI, alle norme dimensionali stabilite dall'UNEL e dotati di marchio di qualità IMQ, ove previsto.

In relazione alla classificazione degli ambienti e al servizio svolto, i conduttori saranno (regolamento CPR dell'Unione Europea n. 305/11):

- Cavi flessibili unipolari tipo FS17 con le seguenti caratteristiche: conduttore in rame ricotto stagnato a corda flessibile, isolante PVC, tensione di isolamento 450/750 V, non propagante l'incendio secondo CEI 20-22 II e UNEL 35752, non propagazione della fiamma secondo CEI 20-35, contenuta emissione di gas corrosivi in caso d'incendio CEI 20-37, usato per posa entro tubazioni a vista.

- I cavi da utilizzare nei percorsi di posa in passerella oppure nei cavidotti interrati, saranno del tipo FG16OR16 0,6/1 kV con le seguenti caratteristiche: conduttore in rame ricotto stagnato a corda flessibile, isolante elastomerico di qualità G7 e guaina esterna in pvc speciale di qualità Rz, tensione di isolamento 0,6/1kV, non propagante l'incendio, a ridotta emissione di gas (CEI 20-22, CEI 20-37), usato per qualunque condizione di posa, per servizio energia normale con tensione fino a 500V all'interno e all'esterno.

Per la determinazione della portata dei cavi (I_z) in regime permanente in aria sarà impiegata la tabella CEI UNEL 35024/1, applicando i coefficienti di riduzione relativi alle condizioni di posa e al raggruppamento dei cavi, nelle condizioni più restrittive lungo lo sviluppo della linea, considerando una temperatura ambiente di 30° C.

La sezione risultante dei cavi non dovrà comunque essere inferiore a:

- 2,5 mm² per utenze F.M. indipendentemente dalla potenza di questi
- 1,5 mm² per utenze illuminazione

Per la determinazione della portata dei cavi (I_z) interrati sarà impiegata la tabella CEI UNEL 35026, applicando i coefficienti di riduzione relativi alle condizioni di posa e al raggruppamento dei cavi, nelle condizioni più restrittive lungo lo sviluppo della linea, considerando una temperatura del terreno pari a 20° C ed una resistività termica pari a 2 K.m/W.

In particolare, con riferimento alla tabella UNEL 35026, verrà adottato il coefficiente correttivo K2 per gruppi di tubi affiancati sullo stesso piano.

Detta tabella non considera però condizioni di posa largamente utilizzate nella pratica impiantistica, quali la posa di più circuiti all'interno della stessa tubazione (posa in fascio) e di tubi disposti su più strati.

Nel caso di posa in fascio si applica il coefficiente k2 indicato nella tabella CEI UNEL 35024/1 nel caso di posa in aria, come previsto dalla norma IEC 60364-5-523.

Nel caso di posa in tubi su più strati occorre ricorrere alla letteratura tecnica; si adottano i seguenti coefficienti riduttivi:

- n. 2 strati: $K = 0,8$;
- n. 3 strati: $K = 0,78$.

Tutte le condutture saranno protette dai sovraccarichi e dai cortocircuiti, comprese quelle che alimentano eventuali utilizzatori termici o apparecchi di illuminazione. Rimangono esclusi solo i circuiti la cui interruzione potrebbe dar luogo a pericolo per le persone.

La protezione dai sovraccarichi e dai corto circuiti sarà realizzata esclusivamente con interruttori automatici rispondenti alle norme CEI 17-5 e CEI 23-3.

Posa dei conduttori

Si eviteranno tubazioni separate per ogni singola fase.

Sarà evitata ogni giunzione dritta sui cavi, che saranno tagliati della lunghezza adatta ad ogni singola applicazione.

Saranno eseguite giunzioni dritte solo sui cavi le cui tratte superano la pezzatura commerciale allestita dai fabbricanti.

Le giunzioni e le derivazioni saranno eseguite esclusivamente entro scatole con morsetti conformi alle norme CEI, di sezione adeguata alla sezione dei cavi e alle correnti di transito.

L'ingresso di cavi non intubati nelle cassette di derivazione o di transito sarà sempre eseguito a mezzo di appositi pressacavo.

Note installative generali

Gli impianti ed i componenti dovranno essere realizzati a regola d'arte.

Le caratteristiche degli impianti stessi, nonché dei loro componenti, dovranno rispondere alle norme di legge e di regolamenti vigenti.

I conduttori saranno di primaria marca e dotati di Marchio Italiano di Qualità (ove prescritto ed esistente), rispondenti alle norme costruttive stabilite dal CEI e dall'UNEL.

Unico materiale ammesso per i conduttori sarà il rame.

L'uso di rivestimenti isolanti colorati sarà obbligatorio per consentire la rapida individuazione della funzione dei conduttori posti nelle tubazioni e/o canalizzazioni.

Opportune fascette segnacavo, poste sui quadri, nelle cassette di derivazione e nel punto di arrivo all'utenza, identificheranno il conduttore, riportando i dati identificativi del cavo e del quadro da cui proviene.

Tutti i materiali e gli apparecchi da utilizzare negli impianti descritti dovranno essere idonei all'ambiente in cui verranno installati; dovranno resistere alle sollecitazioni meccaniche, corrosive, termiche o dovute all'umidità, alle quali potranno essere esposte durante l'esercizio.

Indipendentemente da altre considerazioni, dove è stato previsto un impianto eseguito con un determinato grado di protezione IP, tutti i componenti dell'impianto dovranno essere racchiusi in contenitori aventi il grado di protezione richiesto; tutte le giunzioni delle tubazioni e/o dei cavi dovranno essere eseguite con idonei bocchettoni pressatubo e/o pressacavo; non sono ammesse giunzioni di altro tipo.

Tutti i cavi dovranno essere liberamente sfilabili.