CAP ACQUA CHE GENERA FUTURO



COMUNE DI PADERNO DUGNANO (MI)

ATO Città Metropolitana Milano

PROGETTO ESECUTIVO

PARCO DELL'ACQUA

CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO

(PARTE TECNICA)

R.U.P

Ing. Davide Chiuch - CAP Holding S.p.A.

PROGETTISTA

Ing. Marco Callerio - CAP Holding S.p.A.

RESPONSABILE INTEGRAZIONE OPERE SPECIALISTICHE

Ing. Marco Cottino – J+S S.p.A.

J+S

G26-9315-PE-R-GEN-007-C-RSP

GIUGNO 2026

SOMMARIO

1 SCAVI E MOVIMENTI IN TERRA 8

1.1 Generalità 8

1.2 Programma di scavo 9

1.3 Variazione delle linee di scavo 10

1.4 Classificazione degli scavi 10

1.5 Tipi di scavi 11

1.6 Scoticamento 12

1.7 Materiale scavato e discariche 13

1.8 Smottamenti 14

1.9 Armature di sostegno degli scavi e strutture esistenti 15

1.10 Palancole metalliche 16

1.11 Rifinitura delle superfici di scavo 16

1.12 Drenaggi 16

1.13 Transito stradale 17

1.13.1 Scavi in prossimità di edifici 17

1.13.2 Transito pedonale e meccanizzato 18

1.14 Continuità dei condotti esistenti 18

1.15 Interferenze con altri servizi 19

1.16 Disboscamento 20

1.16.1 Sfalcio e decespugliamento di scarpate 20

1.17 Demolizioni 21

1.17.1 Modalità esecutive 22

1.17.2 Demolizioni e rimozioni stradali 23

1.17.3 Disfacimenti di pavimentazioni stradali 23

1.17.4 Scarifica di pavimentazioni bitumate 23

1.17.5 Oneri generali 24

1.17.6 Ripristini di strade bianche 25

1.18 Chiusini, botole, caditoie stradali e griglie 25

2 CALCESTRUZZO 25

2.1 Caratteristiche dei materiali 26

2.1.1 Cemento 26

2.1.2 Aggregati 28

2.1.3 Acqua di impasto 31

2.1.4 Tipi e classi dei conglomerati cementizi 38

2.1.5 Qualifica preliminare dei conglomerati cementizi 40

2.1.6 Controlli in corso d'opera 42
2.1.7 Resistenza dei conglomerati cementizi 42
2.1.8 Durabilità dei conglomerati cementizi 46
2.1.9 Tecnologia esecutiva delle opere 48
2.1.10 Confezionamento dei conglomerati cementizi 48
2.1.11 Trasporto 50
2.1.12 Posa in opera 50
2.1.13 Stagionatura e disarmo 53
2.1.14 Finitura del calcestruzzo 55
2.1.15 Tolleranze 56
2.1.16 Predisposizione di fori, tracce, cavità, ammorsature, oneri vari 56
2.1.17 Prova sui materiali e sul conglomerato cementizio fresco 57
2.1.18 Armature per c.a. 59
2.1.19 Inghisaggi 60
2.1.20 Armatura di precompressione 61
2.1.21 Metodo di Figg per la determinazione del grado di permeabilità all'aria del conglomerato cementizio 61
2.1.22 Classificazione del conglomerato cementizio in base al valore di permeabilità all'aria espresso in secondi 62
2.2 Resoconto di prova 62
2.2.1 Calcolo delle strutture 63
2.3 Strutture prefabbricate di calcestruzzo armato e precompresso 66
2.3.1 Posa in opera 68
2.3.2 Unioni e giunti 68
2.3.3 Appoggi 68
2.3.4 Montaggio 69
2.3.5 Accettazione 70
2.4 Manufatti in progetto 70
3 CASSEFORME 71
3.1 Generalità 71
3.2 Casseforme centinate 72
3.3 Tiranti di ancoraggio 72
3.4 Pulizia e lubrificazione 73
3.5 Disarmo 73
4 FERRO TONDO IN ARMATURA 73

4.1 Generalità ... 73
4.2 Reti e tralicci elettrosaldati ... 79
4.3 Fibre metalliche per il confezionamento di calcestruzzo fibrorinforzato ... 80
4.3.1 Controllo della qualità di fibre presenti nell'impasto ... 80
5 SOTTOFONDI ... 81
5.1 Generalità ... 81
5.2 Sottofondi per impermeabilizzazioni ... 81
6 CAMERETTE ... 81
6.1 Camerette ... 82
6.2 Manufatti prefabbricati in c.a. ... 82
6.2.1 Generalità ... 82
6.2.2 Posa in opera ... 83
6.3 Scalette ... 84
6.4 Chiusini ... 84
7 PAVIMENTAZIONI ... 85
7.1 Opere preparatorie ... 85
7.2 Pavimentazione in terra battuta ... 86
7.3 Pavimentazione in cls spazzolato ... 88
7.4 Pavimentazione in selciatone e sassi di fiume ... 89
7.5 Stratigrafia vasca permanente ... 89
7.5.1 Telo in EPDM ... 90
7.6 Stratigrafia fitodepurazione vasca permanente ... 90
7.6.1 Contenimento area di fitodepurazione ... 90
7.7 Trincea drenante ... 90
8 OPERE IN PIETRA ... 90
8.1 Scogliere, Massi ciclopici ... 90
9 OPERE A VERDE ... 91
9.1 Aree in piena terra ... 91
9.1.1 Scavi e riporti ... 91
9.1.2 Terra di coltivo ... 92
9.1.3 Materiali vegetali ... 92
9.1.4 Alberi ... 93
9.1.5 Messa a dimora di alberi ... 95
9.1.6 Arbusti ... 97

9.1.7 Messa a dimora di arbusti 98
9.1.8 Sementi (aree a prato) 99
9.1.9 Specie acquatiche 99
9.1.10 Messa a dimora di specie acquatiche 100
9.1.11 Garanzie di attecchimento 100
9.2 Materiali complementari alle opere a verde 101
9.2.1 Sistemi di ancoraggio degli alberi 101
9.2.2 Concimazioni preimpianto 103
9.2.3 Formazioni dei prati 104
9.3 Impianto irriguo 105
9.3.1 Rete idraulica 105
9.3.2 Saracinesche ed elettrovalvole 106
9.3.3 Pozzetti 107
9.3.4 Ale gocciolanti 107
9.3.5 Dispositivi per l'irrigazione degli alberi 108
9.3.6 Cavidotti e cavi elettrici 108
9.3.7 Sistema di automazione 108
9.3.8 Messa in opere impianto d'irrigazione 109

10 ARREDI E FINITURE 109

10.1 Panchine in legno senza schienale 110
10.2 Giochi d'acqua 110
10.3 Tavolo picnic inclusivo 112
10.4 Cestini 112
10.5 Archetto per biciclette in acciaio 113
10.6 Fontanella 113
10.7 Totem informativi in legno 114
10.8 Materiali in genere 114

11 SISTEMA DI GRIGLIATURA 116

11.1 Dati di progetto 116
11.2 Descrizione del funzionamento 116
11.3 Descrizione dell'installazione 116
11.4 Comando della griglia 117
11.5 Dispositivi di protezione 118
11.6 Esecuzione 118
11.7 Caratteristiche tecniche 119

11.8 Materiali 120
11.9 Quadro elettrico di comando e controllo 120
11.10 Sistema controllo livello ad ultrasuoni 120
12 PARATOIE MOTORIZZATE 120
12.1 Telaio 120
12.2 Lenti o diaframmi 121
12.3 Trasporto e montaggio 121
12.4 Collaudo 122
12.5 Prescrizioni finali 123
13 POMPE CENTRIFUGHE 123
13.1 Dati di progettazione 123
13.2 Elettropompa sommergibile 124
13.3 Quadro elettrico 125
13.4 Valvole: 127
14 CLAPET 127
15 REGOLATORE DI PORTATA 127
15.1 Dati di progettazione 127
15.2 Funzionamento 128
15.3 Costruzione 128
16 TUBAZIONI E RELATIVI PEZZI SPECIALI 128
16.1 Tubazioni in c.a.p. 128
16.1.1 PRESCRIZIONI RELATIVE ALLA FORNITURA 129
16.1.2 PRESCRIZIONI DI QUALITÀ 130
16.1.3 PRESCRIZIONI SULLE PROVE 131
16.2 Tubazioni in polietilene ad alta densita (PEAD) e relativi pezzi speciali 136
16.2.1 Giunzioni 138
16.2.2 Trasporto 139
16.2.3 Carico e scarico 139
16.2.4 Accatastamento 139
16.2.5 Posa in opera 140
16.2.6 Prescrizioni specifiche 141
16.2.7 Collaudo 142
16.3 Tubazioni in cloruro di polivinile (PVC) 142
16.3.1 Generalità 142

16.3.2 Normativa 142
16.3.3 Caratteristiche fisico meccaniche della tubazione 143
16.3.4 Tipologie di tubazioni 143
16.3.5 Raccordi 144
16.3.6 Sistema qualità e certificazioni 145
16.3.7 Modalità di posa in opera e collaudo 145
16.4 Prove di tenuta idraulica 150
16.4.1 Prove di tenuta idraulica per tubazioni in pressione 150
16.4.2 Prove di tenuta idraulica per condotte a gravità 153
16.4.3 Procedimento e requisiti per il collaudo delle tubazioni con scorrimento a gravità 154
17 ELEMENTI SCATOLARI IN C.A.P. 156
18 DISSABBIATORE 158
19 ELETTROPOMPA SOMMERSA PER POZZO DI PRIMA FALDA 159
20 FITODEPURAZIONE 161
20.1 QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI 161
20.1.1 ACQUA 161
20.1.2 CEMENTI ED AGGLOMERATI CEMENTIZI 161
20.1.3 GHIAIA, PIETRISCO, PIETRAME E SABBIA PER CALCESTRUZZI E MURATURE 162
20.1.4 SPECIFICHE SULLA GRANULOMETRIA DEGLI INERTI PER VASCHE DI FITODEPURAZIONE 163
20.1.5 MATERIALI FERROSI 163
20.1.6 MATERIALI METALLICI 164
20.1.7 LEGNAME 165
20.1.8 IMPERMEABILIZZAZIONE E RIVESTIMENTI 166
20.1.9 SARACINESCHE, VALVOLE, FLANGE, GIUNTI, PARATOIE MANUALI E ACCESSORI VARI 166
20.1.10 CHIUSINI 168
20.1.11 TUBAZIONI IN GENERE 168
20.1.12 PREFABBRICATI PER VASCHE E PER POZZETTI IN CALCESTRUZZO VIBRATO ANCHE ARMATO 173
20.1.13 MATERIALI PER LE OPERE A VERDE 179
20.1.14 MATERIALI VARI PER INGEGNERIA NATURALISTICA 185
20.1.15 RECINZIONI 185
20.2 NORME GENERALI SULL'ESECUZIONE DELLE OPERE 187
20.2.1 RILEVATI E RINTERRI, RIEMPIMENTI IN PIETRAME 187
20.2.2 OPERE DI SCAVO PER POSA CONDOTTE, REINTERRO E RIPRISTINO 193
20.2.3 FORNITURA E POSA DI TUBAZIONI 195
20.2.4 POZZETTI 201

20.2.5 OPERE DI IMPERMEABILIZZAZIONE CON MANTI SINTETICI 201
20.2.6 GEOTESSILI E GEOSTUOIE 202
20.2.7 FORMAZIONE DEI LETTI DI FITODEPURAZIONE CON INERTI 203
20.2.8 OPERE A VERDE 203
20.2.9 PIANTE ACQUATICHE 206
20.2.10 MATERIALI E FINITURE PER OPERE STRADALI 207
20.3 GARANZIA SUGLI IMPIANTI 211
20.4 GARANZIA SULLE OPERE A VERDE 212
21 PLINTI PREFABBRICATI PER PALI ILLUMINAZIONE 212
22 LOCALE TECNICO 213
23 ALLEGATO: CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO IMPIANTI ELETTRICI 213

1 SCAVI E MOVIMENTI IN TERRA

1.1 Generalità

Prima dell'inizio degli scavi l'Appaltatore procederà alla verifica della rispondenza altimetrica delle planimetrie e dei profili del progetto e delle eventuali varianti ordinate dalla Direzione Lavori, con la effettiva altimetria e planimetria dei luoghi dove devono essere eseguiti gli scavi.

La verifica dovrà essere fatta sulla base di capisaldi di provata validità ed omogeneità.

L'Impresa eseguirà tutti gli scavi necessari alla realizzazione delle opere, sia a mano che a macchina, qualunque sia il tipo di materiale incontrato, tanto all'asciutto che in presenza d'acqua. Gli scavi saranno eseguiti in larghezza, lunghezza e profondità secondo quanto indicato nei disegni esecutivi o richiesto dalla Direzione Lavori.

Eventuali scavi eseguiti dall'Impresa per comodità di lavoro od altri motivi, senza autorizzazione scritta della Direzione Lavori, 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. L'Impresa 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.

La Direzione Lavori potrà ordinare che le armature di sostegno degli scavi siano aumentate o rinforzate per motivi di sicurezza senza che questo possa creare motivo di reclamo o richiesta di compensi da parte dell'Impresa.

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 sgombro 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 Direzione Lavori e con le modalità da questa eventualmente prescritte in aggiunta od in variante a quanto indicato in queste specifiche.

L'Impresa dovrà mettere in atto tutte le misure necessarie per l'abbattimento delle polveri e fumi anche attraverso periodici interventi di irrorazione delle aree di lavorazione con l'acqua o altre tecniche di contenimento del fenomeno del sollevamento della polvere.

L'Impresa dovrà mettere in atto tutte le misure necessarie per l'abbattimento del rumore e delle vibrazioni, dovute alle operazioni di scavo, di carico/scarico dei materiali, di taglio dei materiali, di impasto del cemento e di disarmo, etc., e l'eventuale installazione di schermature/coperture antirumore (fisse o mobili) nelle aree più critiche e nelle aree di lavorazione più rumorose, con particolare riferimento alla disponibilità ad utilizzare gruppi elettrogeni super silenziati e compressori a ridotta emissione acustica, e mezzi di scavo e trasporto silenziati.

Prima dell'inizio degli scavi l'Impresa dovrà provvedere a proteggere l'unica specie arbustiva presente all'interno dell'area di cantiere con materiali idonei, per escludere danni alle radici, al tronco e alla chioma. In particolare, intorno al tronco verrà legato del tavolame di protezione dello spessore minimo di 2 cm.

Le piante esterne all'area di cantiere saranno protette dalla rete che delimita e scherma l'area di cantiere stessa.

I depositi di materiali di cantiere non devono essere effettuati in prossimità delle preesistenze arboree e arbustive autoctone (deve essere garantita almeno una fascia di rispetto di 10 metri).

Non è ammesso usare gli alberi per l'infissione di chiodi, appoggi e per l'installazione di corpi illuminanti, cavi elettrici, etc.;

1.2 Programma di scavo

Un mese prima della esecuzione degli scavi e comunque entro la data fissata dalla Direzione Lavori, l'Impresa dovrà presentare alla Direzione Lavori 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 almeno mese per mese. Nell'esecuzione l'Impresa dovrà attenersi a tale programma, previamente approvato dalla Direzione Lavori.

Sarà facoltà della Direzione Lavori 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, al tempo stabilito per l'utilizzazione di tutte

le opere connesse e ai quantitativi di materiale da estrarre necessari per la successiva fase di realizzazione dei rilevati di progetto e, comunque, il tutto eseguito in conformità al cronoprogramma dei lavori approvato.

1.3 Variazione delle linee di scavo

Le variazioni nella quantità e profondità degli scavi non potranno giustificare richieste di compensi speciali da parte dell'Impresa, al di fuori di quanto risultante dall'applicazione dei prezzi di contratto.
La quota definitiva di fondazione delle opere verrà stabilita in accordo con la Direzione Lavori, 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 alla esecuzione del getto di calcestruzzo per le fondazioni se prima la superficie di scavo non sia stata ispezionata ed approvata dalla Direzione Lavori, 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 Direzione Lavori di caso in caso.

1.4 Classificazione degli scavi

Gli scavi saranno classificati come più sotto indicato:
a) Scavo in roccia. Si considera "roccia" un blocco di materiale con volume maggiore di 0,75 mc e di resistenza 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.
b) 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 mc.
c) 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 Direzione Lavori e l'Impresa ha l'obbligo di provvedervi adeguatamente 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.

Nel caso di scarico dell'acqua di aggottamento nelle fognature stradali, si dovranno adottare sistemi di decantazione per evitare interramenti od ostruzioni dei condotti.

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.

1.5 Tipi di scavi

a) Scavo di sbancamento. Per "scavo di sbancamento" s'intende quello occorrente per lo spianamento e sistemazione del terreno su cui dovranno sorgere le costruzioni, per la sistemazione dei piazzali, per la formazione di piani d'appoggio per platee di fondazione, scantinati, vespai, ecc., ed in generale qualsiasi scavo a sezione aperta in vasta superficie che permetta l'impiego di normali mezzi meccanici od ove sia possibile l'allontanamento delle materie di scavo, sia pure con la formazione di rampe provvisorie, che saranno eseguite a carico dell'Impresa.

Saranno pertanto considerati scavi di sbancamento anche quelli che si trovino al di sotto del piano di campagna quando gli scavi rivestano i caratteri sopra accennati.

b) Scavi di fondazione. Si definisce "scavo di fondazione" lo scavo incassato ed a sezione ristretta effettuato sotto il piano di sbancamento disposto per accogliere gli elementi di fondazione di strutture, ed in generale tutti gli scavi che abbiano una larghezza media inferiore a 3,0 m ed una profondità uguale o superiore a 1/3 della larghezza.

c) 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 disposto per attombare canalette, fognature, condutture e tombinature.

Gli scavi per posa in opera 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 pre-esistenti.

Il fondo degli scavi aperti per il collocamento delle tubazioni dovrà essere ben spianato e con le pendenze prescritte.

Non saranno permesse sporgenze o infossature superiori ai 5 cm 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 ovvero in considerazione delle condizioni di continuità e sicurezza idraulica delle canalizzazioni intercettate e/o collegate. Le eventuali discontinuità nel ritmo di fornitura dei tubi 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 Direzione Lavori si riserva, in ogni caso, il diritto di stabilire di volta in volta la lunghezza dello scavo da aprire.

d) Scavi per ricalibrature d'alveo. Per scavo di ricalibratura dell'alveo si intende quello da eseguirsi per risagomare la sezione trasversale del corso d'acqua secondo i disegni di progetto.

Tali operazioni andranno svolte esclusivamente per quei tratti d'alveo indicati nelle tavole progettuali.

Lo scavo andrà eseguito anche in presenza di acqua e i materiali scavati, se non diversamente indicato dall'Ufficio di Direzione Lavori, andranno trasportati a discarica o accumulati in aree indicate ancora dall'Ufficio di Direzione Lavori, per il successivo utilizzo.

In quest'ultimo caso, sarà onere dell'Impresa provvedere a rendere il terreno scevro da qualunque materiale vegetale o in genere estraneo per l'utilizzo previsto.

1.6 Scoticamento

Prima di dar luogo agli scavi l'Impresa deve procedere all'asportazione della coltre di terreno vegetale ricadente nell'area di impronta dell'opera di laminazione per lo spessore 30-40 cm previsto in progetto o, motivatamente ordinato per iscritto in difformità di questo, all'atto esecutivo, dalla Direzione Lavori. L'asportazione della terra vegetale deve essere totale, allo scopo di evitare ogni contaminazione del materiale successivamente estratto, se questo deve essere utilizzato per la formazione dei rilevati. Parimenti, l'Impresa deve prendere ogni precauzione per evitare la contaminazione con materiale inerte della terra vegetale da utilizzare per le opere a verde o di ripristino previste in progetto.

L'Appaltatore risponde di eventuali trascuratezze nelle suddette lavorazioni che incidano sul piano di movimento di materie assentito: provvede, quindi, a sua cura e spese al deposito in discarica del materiale contaminato ed alla fornitura dei volumi idonei sostitutivi.

La terra vegetale che non venga utilizzata immediatamente deve essere trasportata in idonei luoghi di deposito provvisorio, in vista della sua riutilizzazione per le opere di sistemazione a verde.

Le terre ad alto contenuto organico in eccesso rispetto alle esigenze di ricopertura o contaminate, debbono essere portate immediatamente a rifiuto, onde scongiurare ogni rischio di inquinamento dei materiali destinati alla formazione del corpo del rilevato.

L'asportazione della terra vegetale deve avvenire subito prima dell'esecuzione dei movimenti di terra nel tratto interessato, per evitare l'esposizione alle acque piovane dei terreni denudati, sia per i tratti in rilevato (per evitare rammollimenti e perdite di portanza dei terreni costituenti il piano di posa), sia per i tratti in trincea.

1.7 Materiale scavato e discariche

Il materiale scavato sarà di proprietà del Committente. La Direzione Lavori 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.

I materiali scavati che, a giudizio della Direzione dei Lavori, possano essere riutilizzati (previa caratterizzazione delle Terre e Rocce da Scavo ai sensi del D.Lgs. 152/06 e s.m.i.), ed in modo particolare quelli costituenti le massicciate stradali, le cotiche erbose ed il terreno di coltivo, dovranno essere depositati in cumuli distinti in base alla loro natura, se del caso eseguendo gli scavi a strati successivi, in modo da poter asportare tutti i materiali d'interesse prima di approfondire le trincee. I luoghi di formazione dei cumuli verranno definiti nel programma di scavo in accordo con la Direzione Lavori in funzione anche di necessità progettuali di pre consolidamento dei terreni di imposta dei successivi rilevati in progetto.

Nel caso di scavi in campagna, lo strato superficiale di terreno di coltivo per la profondità di 30-50 cm, dello strato di humus, dovrà essere accumulato in loco, separatamente dal restante materiale di risulta, così da poter procedere agevolmente al successivo ripristino del terreno agricolo come allo stato preesistente. Dovranno essere adottati tutti i provvedimenti necessari ad evitare miscelamenti con i materiali di provenienza dei successivi scavi; nei lavori di rinterro dovrà provvedere alla ripresa dell'humus accantonato e sua rimessa in sito in modo da ricostruire lo strato di terreno agrario preesistente, o trasportato e posato in luoghi indicati dalla Direzione Lavori nell'ambito dell'area di cantiere.

L'Appaltatore dovrà procedere con cura alla separazione dei materiali eventualmente reimpiegabili per la realizzazione di rinterri e rilevati nell'ambito delle opere da eseguire dai materiali con apporti

terrosi, e poi accumulare i materiali reimpiegabili separatamente, nell'ambito del cantiere di scavo o in luoghi convenienti, affinché possano servire al rinterro.

L'eventuale materiale inerte di origine alluvionale risultante dagli scavi deve essere accatastato in loco e poi riutilizzato nei rinterri e nelle sistemazioni d'area comunque necessarie. Tenendo conto infatti dell'odierna difficoltà di reperimento di simili materiali, e conseguentemente del loro costo, non sono giustificati sprechi ed allontanamento a discarica.

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

A cura e spese dell'Impresa il materiale giudicato non utilizzabile dalla D.L. dovrà essere allontanato senza indugio e trasportato a rifiuto a qualsiasi distanza a pubbliche discariche a completa cura e spese dell'Appaltatore. Tali aree verranno scelte in modo da non arrecare alcun danno ai lavori, alle proprietà ed al libero deflusso delle acque e pertanto verranno scelte a sufficiente distanza delle zone interessate dalle opere. La Direzione Lavori farà asportare, addebitando la relativa spesa all'Impresa, le materie che fossero state depositate in contravvenzione alle precedenti disposizioni.

1.8 Smottamenti

L'Impresa prenderà tutte le precauzioni possibili ed userà i metodi di scavo più idonei allo scopo di evitare smottamenti oltre le linee di scavo indicate nei disegni di progetto o approvate dalla Direzione Lavori. Qualsiasi smottamento, movimento di massi o terra, che si verifichi nelle aree e che secondo la Direzione Lavori 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 Direzione Lavori. Se, a giudizio della Direzione Lavori, 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 Direzione Lavori.

1.9 Armature di sostegno degli scavi e strutture esistenti

L'Impresa è responsabile della stabilità delle superfici degli scavi, e delle strutture e 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.

a) Prescrizioni generali

- 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.

b) 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 ed alle opere in costruzione. La Direzione Lavori 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, per il magistero anche

specializzato per la loro messa in opera e per la loro rimozione, qualunque ne sia il tipo ed il numero risultante necessario, è compreso e compensato nei prezzi degli scavi.

1.10 Palancole metalliche

Il progetto approvato prevede l'utilizzo di palancole metalliche non tirantate a perdere per l'isolamento della zona degli scavi del manufatto sfioratore. La palancola, di lunghezza 21 m e altezza 12 m, sarà di tipo AZ 18-700 e in acciaio S 240 GP con le seguenti proprietà meccaniche:

Tensione di rottura: f_{tk}=340 MPa

Tensione di snervamento: f_{yk}=240 Mpa

L'infissione delle palancole metalliche sarà eseguita con mezzi meccanici adeguati.

Inoltre, all'occorrenza, potrà essere richiesto dalla Direzione Lavori, l'uso ulteriore di palancole metalliche eventualmente tirantate per isolare le zone di scavo.

Le palancole impiegate saranno del tipo a profilo semplice di diversa sezione a seconda di quanto verrà stabilito dalla Direzione Lavori in rapporto alla profondità ed alla zona di lavoro.

Saranno attuati tutti quegli accorgimenti necessari per un'ottima realizzazione dell'opera, che dia la massima garanzia di solidità e resistenza, saranno usati attacchi normali o articolati con piastre di ripartizione, tiranti fissati sopra e sotto il livello d'acqua.

Qualsiasi sia il tipo di palancole adottato, l'Impresa rimane sempre l'unica responsabile per i danni alle persone ed alle opere che possano derivare da cedimento delle palancolate o cattiva infissione delle stesse.

L'onere per la fornitura di palancole metalliche provvisorie, per il magistero anche specializzato per la loro messa in opera e per la loro rimozione, qualunque ne sia il tipo ed il numero risultante necessario, è compreso e compensato nel prezzo di contratto.

1.11 Rifinitura delle superfici di scavo

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.

Nel caso di scavo in roccia le fenditure dovranno essere riempite con calcestruzzo di classe di resistenza C12/15 (Rck 150 kg/mq).

1.12 Drenaggi

Le canalizzazioni ed i manufatti saranno costruiti mantenendo il piano di fondazione costantemente all'asciutto.

Gli scavi dovranno, di norma, essere eseguiti da valle verso monte per consentire lo smaltimento delle acque a deflusso naturale.

Nel caso si dovesse provvedere all'aggottamento degli scavi o all'abbassamento artificiale della falda, l'Impresa dovrà mettere a disposizione i mezzi d'opera occorrenti.

Per le opere di cui trattasi, sono a carico dell'Impresa e si intendono già remunerati con il prezzo di aggiudicazione le impalcature di sostegno e le opere di riparo dei meccanismi, le prestazioni ed i materiali occorrenti all'impianto, esercizio, smontaggio, da un punto all'altro dei lavori, dei meccanismi stessi, nonché le eventuali linee di adduzione di energia elettrica e le relative cabine. Si intendono pure già remunerati con il prezzo a corpo di aggiudicazione: il noleggio, la posa e lo sgombero dei tubi d'aspirazione e di quelli necessari all'allontanamento dell'acqua aspirata dalle pompe fino allo scarico.

L'Impresa è obbligata ad adoperare motori e pompe di buon rendimento, nonché ad assumere tutti i provvedimenti atti a mantenerlo tale per tutta la durata dell'impiego.

L'Impresa sarà inoltre tenuta responsabile di ogni eventuale danno e maggiore spesa conseguenti all'arresto degli impianti di aggottamento, nonché del rallentamento dei lavori per detto motivo.

1.13 Transito stradale

1.13.1 Scavi in prossimità di edifici

Qualora gli scavi abbiano sviluppo lungo strade delimitate da fabbricati, il loro inizio dovrà essere preceduto da attento esame delle fondazioni degli edifici antistanti, esame che potrà essere integrato da idonei sondaggi per accertare la natura, profondità e consistenza delle fondazioni stesse in modo da prendere i necessari provvedimenti per evitare qualsiasi danno a edifici e strutture.

Quando si possa presumere che lo scavo risulti pericoloso per la stabilità dei fabbricati, l'Appaltatore dovrà ulteriormente procedere, a sue cure e spese, ad eseguire i calcoli di verifica della stabilità nelle peggiori condizioni che si possano determinare durante i lavori ed a progettare le eventuali opere di presidio, provvisorie o permanenti, che risulti opportuno realizzare.

Sarà cura dell'Impresa redigere in contraddittorio, con i legittimi proprietari, lo stato di consistenza di quelle strutture o edifici che presentino lesioni o inducano a prevederne la formazione durante i lavori. La relazione sarà corredata da completa documentazione, anche fotografica, installando se necessario, idonee spie.

Tutti gli oneri derivanti da tali operazioni saranno a carico dell'Impresa.

1.13.2 Transito pedonale e meccanizzato

Durante l'esecuzione dei lavori comunque interessanti le strade, quale ne sia la categoria e l'entità del traffico, e per tutta la loro durata l'Appaltatore dovrà sottrarre alla viabilità il minor spazio possibile ed adottare tutte le disposizioni necessarie per garantire la libertà e la sicurezza del transito di veicoli e pedoni nonché l'attività delle maestranze.

Fermi tutti gli obblighi e le responsabilità in materia di prevenzione degli infortuni, l'Appaltatore risponde della solidità e stabilità delle armature di sostegno degli scavi, ed è tenuto a rinnovare o rinforzare quelle parti delle opere provvisionali che risultassero deboli.

Egli dovrà contornare, a suo esclusivo carico, tutti gli scavi mediante robusti parapetti, formati con tavole prive di chiodi sporgenti e di scheggiature, che garantiscano un'adeguata protezione.

Dovranno essere costruiti appositi ponticelli di legno o a struttura metallica tubolare, della larghezza minima di 0,60 m, protetti lateralmente da corrimano per dare comodo accesso ai fabbricati situati lateralmente alle trincee.

Sono egualmente a carico dell'Impresa le segnalazioni luminose di pericolo di tutti gli ostacoli al libero traffico.

Dette segnalazioni devono essere tenute in funzione ogni qualvolta ci sia poca visibilità di giorno e per tutta la notte e dovranno essere sorvegliate continuamente per evitare che per qualsiasi causa rimangano spente.

Quando per ordine della Direzione Lavori si renda necessario impedire il traffico nelle aree interessate dai lavori, l'Impresa dovrà provvedere all'ottenimento dei relativi permessi all'Autorità competente, ad installare le segnalazioni luminose e gli sbarramenti a cavalletto necessari a conveniente distanza ed in punti tali che il pubblico sia avvertito in tempo dell'impedimento, a predisporre tutto quanto necessario per la viabilità alternativa.

1.14 Continuità dei condotti esistenti

L'Appaltatore dovrà provvedere con diligenza, a sue cure e spese, salvo casi speciali stabiliti di volta in volta dalla Direzione dei Lavori, ad assicurare la continuità dei condotti esistenti, sia in pressione che a pelo libero, intersecati o interferenti con i lavori. A tal fine dovranno, se del caso, essere realizzati idonei canali, by-pass anche con impianti di pompaggio e manufatti da mantenere

convenientemente spurgati, lungo i quali far defluire le acque sino al luogo di destinazione o smaltimento, evitando in tal modo l'allagamento degli scavi.

Non appena realizzate le opere, l'Appaltatore dovrà sempre a sue cure e spese, provvedere con tutta sollecitudine a riattivare l'originario condotto, eliminando i manufatti provvisori e ponendo in pristino stato il terreno interessato dagli stessi.

L'Appaltatore dovrà curare che, per effetto delle opere di convogliamento e smaltimento delle acque, non derivino danni a terzi; in ogni caso egli è tenuto a sollevare la Stazione Appaltante da ogni spesa per compensi che dovessero essere pagati e liti che avessero da insorgere.

1.15 Interferenze con altri servizi

Tutte le volte che nell'esecuzione dei lavori si incontreranno condutture o cunicoli di fognature, 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 Direzione Lavori, che darà le necessarie disposizioni del caso.

Resta stabilito che non sarà tenuto nessun conto degli scavi eccedenti a quelli ordinati nè delle maggiori profondità a cui l'Impresa si sia spinta senza ordine della Direzione Lavori.

L'Impresa dovrà porre particolare cura affinché non siano danneggiate dette opere nel sottosuolo: 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, ecc.

Dovrà comunque essere fornita tempestiva comunicazione l'Amministrazione competente e la Direzione Lavori in merito al rinvenimento di interferenze che possano, in qualche modo, rallentare le lavorazioni e/o impedire l'avanzamento delle stesse.

Ogni onere connesso all'esecuzione degli scavi in presenza di altri servizi (sostegni provvisori, puntellamenti, cautele e rallentamenti, spostamenti, 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 Direzione Lavori 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 Direzione Lavori e ottenere le necessarie autorizzazioni, le prestazioni così autorizzate sono a carico della Stazione Appaltante.

1.16 Disboscamento

Tutte le aree interessate dai lavori, le cave di prestito, le eventuali strade di accesso, gli scavi e i depositi di materiali dovranno essere disboscati a completa cura dell'Impresa.

Pertanto, all'inizio dei lavori, l'Impresa dovrà provvedere se necessario e previsto dal progetto all'abbattimento degli alberi ed alla loro sfrondatura, all'estirpazione di ceppi e radici, di ceppaie e sterpaglie ed al loro trasporto a rifiuto.

Il legname di recupero sarà tagliato a misura dall'Impresa e sarà trasportato a deposito nelle aree indicate dalla Direzione Lavori. Il legname di recupero rimane di proprietà del Committente, fatto salvo situazioni speciali e specifiche che, di volta in volta, verranno tempestivamente comunicate all'Appaltatore (disboscamento di aree private temporaneamente interessate dai lavori).

L'Impresa dovrà intraprendere le operazioni di disboscamento, decespugliamento e sfalcio con particolare attenzione ed in ottemperanza con le prescrizioni in materia di sicurezza previste dal D.Lgs. 81/08 s.m.i.

1.16.1 Sfalcio e decespugliamento di scarpate

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

I lavori andranno prevalentemente eseguiti con mezzo meccanico, cingolato o gommato, fornito di disco con coltelli rotanti; dove necessario, l'intervento sarà completato a mano.

La sterpaglia rimossa andrà poi ripulita dal terriccio, allontanata dall'area di lavoro oppure trasportata 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 dalla Direzione Lavori, terminate le operazioni di decespugliamento, il terreno andrà opportunamente regolarizzato.

1.17 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 in ottemperanza alle norme di cui all'art. da 71 a 76 del D.P.R. Gennaio 1956 n* 164 con i mezzi che crederà più opportuni previa approvazione della Direzione Lavori.

In ogni caso l'Impresa esonera nel modo più ampio ed esplicito da ogni responsabilità civile e penale, conseguente e dipendente dalla esecuzione dei lavori di demolizione sia l'Amministrazione Appaltante che 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 e di coordinamento di cui al D. Lgs. 81/08 e s.m.i..

Per quanto riguarda il personale e gli attrezzi l'Impresa dovrà osservare le seguenti prescrizioni:

- 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;
- 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;
- i materiali ed ogni altro attrezzo che agisca per urto non dovranno essere impiegati qualora la stabilità delle strutture non lo consentisse;
- si preferiranno mezzi di demolizione a percussione montati su bracci di escavatori o gru semoventi.
- dovranno essere utilizzate idonee attrezzature (sia per quanto attiene la potenza, che la modalità di demolizione in relazione anche alla finitura superficiale richiesta della superficie demolita) per quanto attiene la demolizione parziale di strutture, ovvero l'apertura di luci di qualsiasi forma nei manufatti esistenti;
- in relazione al tipo di demolizione da eseguire potrà essere necessario prevedere un pre-taglio del calcestruzzo mediante mola diamantata.

1.17.1 Modalità esecutive

Durante tutte le attività di demolizione dovranno essere rispettate scrupolosamente tutte le norme di sicurezza, relative a macchine e personale impiegati, previste dalla normativa vigente in materia di macchine operatrici e di sicurezza nei cantieri.

L'Impresa è tenuta a recuperare eventuali materiali ferrosi che interessano l'opera da demolire, compreso il ferro di rinforzo del calcestruzzo in modo conforme a quanto richiesto dalla normativa vigente in materia di trattamento e gestione dei materiali provenienti da demolizioni.

Il materiale di risulta delle demolizioni, e inutilizzabile, dovrà essere conferito presso discariche autorizzate a qualsiasi distanza dal cantiere ad esclusiva cura e spese dell'Impresa.

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 dagli 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.

L'allontanamento dei materiali di risulta delle demolizioni dovrà essere particolarmente curato affinché non si verifichino confusi accatastamenti, sovraccarichi e pressioni pericolose su strutture orizzontali e verticali.

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.

L'Impresa è tenuta a recuperare i materiali ferrosi e non, che interessano l'opera da demolire, escluso il ferro di rinforzo, quando richiesto dalla Direzione Lavori.

Il materiale di risulta delle demolizioni, e inutilizzabile, dovrà essere trasportato a discarica; se destinato a riempimento dovrà essere trasportato in aree indicate dalla Direzione lavori nell'ambito del cantiere. Nel primo caso, il costo e ogni onere è compreso e compensato nel prezzo di contratto.

Saranno considerati calcestruzzi armati, per quanto riguarda le demolizioni, quelli che hanno un'armatura in ferro superiore a 10 kg/mc.

Prima di procedere alle demolizioni l'Impresa dovrà redigere apposita relazione di consistenza, vidimata ed asseverata da professionista abilitato, circa lo stato delle infrastrutture potenzialmente interessate dalle operazioni di cantiere al fine di verificare con prove documentate ed eventualmente sottoscritte da testimoni o da terzi interessati (proprietari di edifici, strade, costruzioni, impianti, ecc.) l'esistenza di danni pregressi alle attività del cantiere. Tale documentazione, corredata da fotografie ed altra documentazione ritenuta indispensabile da parte dell'Impresa, dovrà essere trasmessa alla D.L. almeno 15 giorni prima dell'inizio delle attività.

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.

1.17.2 Demolizioni e rimozioni stradali

Nelle demolizioni e rimozioni l'Appaltatore dovrà adottare tutte le precauzioni necessarie per salvaguardare le opere circostanti e per non deteriorare i materiali, risultanti dalle demolizioni, dei quali sia previsto il reimpiego. Quando per mancanza delle necessarie precauzioni venissero demolite parti o venissero oltrepassati i limiti delle demolizioni prescritte l'Appaltatore dovrà ricostruire e ripristinare le parti indebitamente demolite, a completo suo onere.

1.17.3 Disfacimenti di pavimentazioni stradali

Durante i lavori di demolizione in sede stradale dovranno essere tenute tutte le necessarie precauzioni per la salvaguardia del personale e della circolazione stradale.

In caso di strade provviste di pavimentazione bituminosa, la D.L. potrà disporre la demolizione del piano stradale previo taglio regolare dei bordi eseguito con idonee macchine o attrezzature (taglia asfalto a sega o a scalpello, o con attrezzature a fresa), onde evitare il sollevamento dell'asfalto oltre i bordi di scavo, da compensare a parte secondo i prezzi, per classe riportati nell'elenco prezzi.

1.17.4 Scarifica di pavimentazioni bitumate

La scarificazione dei manti bituminosi sarà eseguita su richiesta della Direzione Lavori, al fine di preparare una base per l'applicazione del manto di usura per realizzare il perfetto raccordo del tratto da ripristinare con la pavimentazione esistente.

Il lavoro sarà realizzato mediante l'impiego di adeguate macchine fresatrici munite di teste fresanti a freddo, per gli spessori ordinati (fino a 30 mm, o per spessori aggiuntivi).

Le superfici risultanti dovranno essere perfettamente pulite con getti di acqua in pressione o aria, e tutto il materiale di risulta dovrà essere rimosso, caricato e trasportato alle discariche autorizzate.

1.17.5 Oneri generali

La pavimentazione stradale dovrà di norma essere ripristinata in modo identico a quella preesistente.

I ripristini delle pavimentazioni demolite dovranno avere forma il più possibile regolare, e raccordarsi perfettamente alle superfici esistenti.

Su richiesta dalla Direzione Lavori, i ripristini dovranno essere estesi anche alle parti adiacenti allo scavo che presentassero avvallamenti e deterioramenti, anche preesistenti allo scavo stesso.

In ogni caso tutti i lavori di ripristino, la loro modalità di esecuzione e le dimensioni, a seguito delle disposizioni dei Tecnici degli Enti interessati alla gestione della strada, dovranno essere concordati, prima dell'inizio dei lavori, con la Direzione Lavori.

Tutte le aree di lavoro, compatibilmente con il lavoro stesso, dovranno essere adeguatamente protette e transennate. Dovranno comunque essere garantite la viabilità e l'accesso ai fabbricati e servizi.

L'Appaltatore, nell'intervallo di tempo tra l'ultimazione dei rinterri provvisori ed i ripristini definitivi, dovrà mantenere le condizioni di sicurezza della viabilità, mediante regolare segnaletica, e provvedendo alle ricariche ogni qualvolta si manifestino assestamenti o avvallamenti, e risponderà di tutti i possibili danni a persone e/o cose che si verificassero in dipendenza di una deficiente regolarità delle superfici stesse. Dovrà inoltre tempestivamente provvedere, a propria cura e spese, ai rifacimenti totali o parziali delle pavimentazioni che, entro il periodo di garanzia stabilito, mostrassero segni di cedimento del sottofondo, avvallamenti, distacchi, erosioni o altri difetti imputabili a deficienza dei materiali usati o ad una impropria esecuzione.

L'Appaltatore è tenuta a mantenere il piano dei ripristini perfettamente viabile ed esente da avvallamenti o convessità e procedere tempestivamente, in caso di assestamenti, alla esecuzione delle riprese con conglomerato bituminoso fine, dello spessore necessario a riportare in quota la superficie dei ripristini, le riprese dovranno essere eseguite entro sette giorni dalla data della segnalazione, salvo diversa indicazione di urgenza, e salvo il presidio della pericolosità della interruzione della sede viabile.

Ogni danno o responsabilità civile o penale, per incidenti che dovessero verificarsi a causa di imperfetti ripristini o per ritardata esecuzione delle riprese, si intende a totale carico dell'Appaltatore.

1.17.6 Ripristini di strade bianche

Il ripristino su strade a macadam o semplicemente ghiaiate dovrà essere eseguito con pietrisco frantumato (40/70 mm) e ghiaietto a chiusura (0/4 mm) di spessore almeno pari a quello della pavimentazione esistente. Il tutto dovrà essere ben costipato con rullo vibrante fino a quando una pietra della pezzatura di 2 cm non venga più assorbita, ma frantumata.

1.18 Chiusini, botole, caditoie stradali e griglie

I chiusini, le botole, le caditoie, le griglie ecc.., saranno posati sia su pozzetti o camerette di nuova costruzione sia su manufatti esistenti.

Sia durante il ripristino, che nelle riprese e nella formazione del manto di usura, i chiusini stradali e le botole dovranno essere livellati con il piano della viabilità.

La posa in opera di chiusini in ghisa dovrà essere eseguita a regola d'arte; la superficie di appoggio dovrà essere convenientemente pulita ed inumidita con acqua, ed il telaio dovrà posare su un letto di malta di cemento adeguatamente rincalzato su tutto il perimetro. Il definitivo bloccaggio dovrà essere eseguito con il ripristino della pavimentazione esistente e, a lavoro finito, la parte superiore del chiusino dovrà trovarsi a perfetto piano con la pavimentazione stradale. I chiusini non potranno essere sottoposti a traffico prima che siano trascorse 24 ore dalla posa.

2 CALCESTRUZZO

Il presente capitolo tratta le prescrizioni relative alla confezione, alla messa in opera ed alle prove del calcestruzzo semplice ed armato sia per lavori all'aperto che interrati in conformità ai disegni di progetto ed alle Norme vigenti.

Tutte le prescrizioni impartite nel presente articolo in ordine alla loro progettazione, direzione dei lavori di costruzione e collaudo si intendono come integrative e non sostitutive delle norme di legge e di regolamento, nonché delle disposizioni in genere vigenti in materia all'epoca di esecuzione dei lavori. In particolare, dovranno essere osservate, fatte salve modifiche o integrazioni:

Decreto Ministeriale del 17/01/2018 "Norme Tecniche per le Costruzioni"

Circolare del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici del 21/01/2019, n. 7 "Istruzioni per l'applicazione dell'aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 17 gennaio 2018"

Eurocodice 0 EN 1990 "Principi di progettazione strutturale"

Eurocodice 1 EN 1991 "Azioni sulle strutture"

Eurocodice 2 EN 1992 "Progetto di strutture in calcestruzzo"

Eurocodice 7 EN 1997 "Geotecnica"

Istruzioni e linee guida del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici Decreto del Presidente della repubblica del 06/06/2001 n. 380

La composizione della miscela del calcestruzzo utilizzato per la costruzione delle opere in c.a, c.a.p. o prefabbricate sarà basata sui risultati di prove di laboratorio eseguite a cura dell'Impresa e sotto la sua responsabilità.

I calcestruzzi (e relativi materiali componenti), confezionati in cantiere, preconfezionati e prefabbricati, dovranno essere prodotti con un contenuto minimo di materia riciclata di almeno il 5% in peso. In fase di approvvigionamento l'appaltatore dovrà accertarsi della rispondenza al criterio tramite dichiarazione ambientale di Tipo III, conforme alla norma UNI EN 15804 e alla norma ISO 14025 e una asserzione ambientale del produttore conforme alla norma IS0 14021, verificata da un organismo di valutazione della conformità;

L'Impresa è tenuta a sottoporre preventivamente alla approvazione della Direzione Lavori la composizione degli impasti ed a concordare con essa durante il lavoro le eventuali variazioni necessarie che, comunque, non potranno costituire motivo per l'Impresa di richiesta di sovrapprezzo.

2.1 Caratteristiche dei materiali

2.1.1 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 calci 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.

I requisiti di accettazione e le modalità di prova dei cementi dovranno comunque essere conformi alle norme vigenti all'epoca dell'esecuzione dei lavori.

La conservazione del cemento sciolto avverrà in appositi sili. Quando i cementi vengono approvvigionati in sacchi, questi debbono essere conservati in locali coperti, asciutti e ben aerati, al riparo dal vento e dalla pioggia; essi saranno disposti su tavolati isolati dal suolo, in cataste di forma regolare, non addossate alle pareti, che verranno inoltre ricoperte con teli impermeabili o fogli in materiale plastico; 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. I cementi che non vengono conservati secondo le modalità prescritte, i cui contenitori risultino manomessi, o che comunque all'atto dell'impiego presentino grumi o altre alterazioni, dovranno essere senz'altro allontanati tempestivamente ad esclusive cure e spese dell'Appaltatore.

Qualora i cementi vengano approvvigionati alla rinfusa, per il trasporto si impiegheranno appositi automezzi. Ferma la necessità dei documenti di accompagnamento prescritti dall'art.3 della legge 26/5/65, n. 595, i contenitori impiegati per il trasporto dovranno avere ogni loro apertura chiusa con legame munito di sigillo recante un cartellino distintivo del prodotto, il tutto conformemente a quanto prescritto dalla legge stessa, al medesimo articolo, per le forniture in sacchi.

L'impiego di cementi alla rinfusa non potrà essere consentito qualora il cantiere non sia dotato di idonea attrezzatura per lo svuotamento dei contenitori di trasporto, di silos per lo stoccaggio e di bilancia per la pesatura all'atto dell'impiego.

I cementi potranno essere normali, ad alta resistenza, ad alta resistenza e rapido indurimento.

Nella confezione dei conglomerati sono ammessi soltanto il cemento pozzolanico ed il cemento altoforno; quest'ultimo dovrà contenere non meno del 40% di loppa d'altoforno ed il cementificio dovrà garantire tale composizione specificandone il metodo di misura.

L'impiego del cemento portland potrà essere ammesso, limitatamente alla confezione dei conglomerati dei tipi II e III, a condizione che il rapporto acqua cemento sia inferiore dello 0,05 rispetto a quello prescritto per i cementi pozzolanico e di altoforno e che la resistenza effettiva del conglomerato risulti superiore di almeno 5 MPa rispetto a quella della classe indicata in progetto o prescritta dalla Direzione Lavori, in base alla quale sono applicati i prezzi di elenco.

L'Impresa dovrà approvvigionare il cemento presso cementifici che diano garanzie di bontà, costanza del tipo, continuità di fornitura.

La qualità del cemento dovrà essere garantita e controllata dall'Istituto ICETE CNR e dal relativo marchio.

A cura della Direzione Lavori ed a spese dell'Impresa, dovranno essere controllate presso un Laboratorio Ufficiale le resistenze meccaniche ed i requisiti chimici e fisici del cemento secondo le Norme di cui alla Legge 26/05/1965 n° 595 e D.M. 3/06/1968 (per cementi sfusi prelievo di un campione ogni t 250 o frazione). Copia di tutti i certificati di prova sarà custodita dalla Direzione Lavori e dall'Impresa. È facoltà della Direzione Lavori richiedere la ripetizione delle prove su una stessa partita qualora sorgesse il dubbio di un degradamento delle caratteristiche del cemento, dovuto ad una causa qualsiasi.

È vietato l'uso di cementi diversi per l'esecuzione di ogni singola opera o elemento costruttivo; ciascun silo del cantiere o della centrale di betonaggio sarà destinato a contenere cemento di un unico tipo, unica classe ed unica provenienza, ed a tale scopo chiaramente identificato.

È ammesso l'impiego di cementi speciali rispondenti ai requisiti suddetti ed alle prescrizioni delle presenti Norme, atti al confezionamento di conglomerati cementizi fluidi e superfluidi a basso rapporto a/c senza additivazione in fase di betonaggio.

2.1.2 Aggregati

Sono idonei alla produzione di calcestruzzo per uso strutturale gli aggregati ottenuti dalla lavorazione di materiali naturali, artificiali, ovvero provenienti da processi di riciclo conformi alla norma europea armonizzata UNI EN 12620 e, per gli aggregati leggeri, alla norma europea armonizzata UNI EN 13055-1.

Per tutti i tipi di conglomerato cementizio dovranno essere impiegati esclusivamente gli aggregati della categoria A di cui alla Norma UNI 8520 parte 2^ aventi caratteristiche nei limiti di accettazione della Norma medesima.

Dovranno essere costituiti da elementi non gelivi privi di parti friabili e polverulente o scistose, argilla e sostanze organiche; non dovranno contenere i minerali pericolosi: pirite, marcasite, pirrotina, gesso e solfati solubili.

A cura della Direzione Lavori ed a spese dell'Impresa dovrà essere accertata, mediante esame mineralogico (UNI 8520 parte 4) preso un Laboratorio Ufficiale, l'assenza dei minerali indesiderati suddetti e di forme di silice reattiva verso gli alcali del cemento (opale, calcedonio, tridimite, cristobalite, quarzo cristallino in stato di alterazione o tensione, selce, vetri vulcanici, ossidiane), per ciascuna delle cave di provenienza dei materiali. Copia della relativa documentazione dovrà essere custodita dalla Direzione Lavori e dall'Impresa.

Tale esame verrà ripetuto con la frequenza indicata nella tabella seguente e comunque almeno una volta all'anno.

Per poter essere impiegati, gli aggregati devono risultare esenti da minerali pericolosi e da forme di silice reattiva. Ove fosse presente silice reattiva si procederà all'esecuzione delle prove della Norma UNI 8520 parte 22, punto 3, con la successione e l'interpretazione ivi descritte.

CARATTERISTICHE	PROVE	NORME	TOLLERANZA DI ACCETTABILITA'
Gelività degli aggregati	Gelività	CNR 80 e UNI 8520 parte 20	perdita di massa <4% dopo 20 cicli
Resistenza alla abrasione	Los Angeles	CNR 34 e UNI 8520 parte 19	perdita di massa LA 30%
Compattezza degli aggregati	Degradabilità alle soluzioni solfatiche	UNI 8520 parte 10	perdita di massa dopo 5 cicli ≤ 10%
Presenza di gesso e solfati solubili	Analisi chimica degli inerti	UNI 8520 parte 11	$SO_3 \leq 0{,}05\%$
Presenza di argille	Equivalente in sabbia	UNI 8520 parte 15	ES ≥ 80 VB ≤ 0,6 cm^3/g di fini
Presenza di pirite, marcasite e pirrotina	Analisi petrografica	UNI 8520 parte 4	assenti
Presenza di sostanze organiche	Determinazione colorimetrica	UNI 8520 parte 14	Per aggregato fine: colore della soluzione più chiaro dello standard di riferimento
Presenza di forme di silice reattiva	Potenziale reattività dell'aggregato - metodo chimico Potenziale reattività delle miscele cemento aggregati - metodo del prisma di malta	UNI 8520 parte 22	UNI 8520 parte 22 Punto 4 UNI 8520 parte 22 Punto 5
Presenza di cloruri solubili	Analisi chimica	UNI 8520 parte 12	Cl - ≤ 0,05%
Coefficiente di forma e di appiattimento	Determinazione dei coefficienti di forma e di appiattimento	UNI 8520 parte 18	Cf ≥ 0,15 (Dmax= 32 mm) Cf ≥ 0,12 (Dmax= 64 mm)

CARATTERISTICHE	PROVE	NORME	TOLLERANZA DI ACCETTABILITA'
Frequenza delle prove	La frequenza sarà definita dal progettista e/o prescritta dalla Direzione Lavori. Comunque dovranno essere eseguite prove: prima dell'autorizzazione all'impiego; per ogni cambiamento di cava o materiali nel corpo di cava; ogni m^3 8000 di aggregati impiegati		

Nella tabellqa sopra sono riepilogate alcune delle principali prove cui devono essere sottoposti gli aggregati, con l'indicazione delle norme di riferimento, delle tolleranze di accettabilità e della frequenza. Saranno rifiutati pietrischetti, pietrischi e graniglie aventi un coefficiente di forma, determinato secondo UNI 8520 parte 18, minore di 0,15 (per un D max fino a 32 mm) e minore di 0,12 (per un D max fino a 64 mm). Controlli in tal senso sono richiesti con frequenza di una prova ogni m^3 5000 impiegati.

La curva granulometrica delle miscele di aggregato per conglomerato cementizio dovrà essere tale da ottenere il massimo peso specifico del conglomerato cementizio a parità di dosaggio di cemento e di lavorabilità dell'impasto, e dovrà permettere di ottenere i requisiti voluti sia nell'impasto fresco (consistenza, omogeneità, lavorabilità, aria inglobata, ecc.), che nell'impasto indurito (resistenza, permeabilità, modulo elastico, ritiro, viscosità, durabilità, ecc.).

La curva granulometrica dovrà risultare costantemente compresa nel fuso granulometrico approvato dalla Direzione dei Lavori e dovrà essere verificata con ogni m^3 1000 di aggregati impiegati.

Particolare attenzione dovrà essere rivolta alla granulometria della sabbia, al fine di ridurre al minimo il fenomeno dell'essudazione (bleeding) nel conglomerato cementizio.

All'impianto di betonaggio gli aggregati dovranno essere suddivisi in almeno 3 pezzature; la più fine non dovrà contenere più del 15% di materiale trattenuto al vaglio a maglia quadrata da mm 5 di lato.

È possibile l'uso di aggregati non gelivi aventi assorbimento d'acqua inferiore all'1% o appartenenti alle classi F4 o MS35 in accordo alla UNI-EN 12620 (solo clima rigido).

Le singole pezzature non dovranno contenere sottoclassi in misura superiore al 15% e sovraclassi in misura superiore al 10% della pezzatura stessa.

Secondo quanto stabilito dalle NTC e dalla relativa Circolare esplicativa delle NTC, il diametro massimo dell'inerte deve essere tale che:

Dmax < 1/3 della dimensione minima dell'elemento strutturale;

Dmax < dell'interferro (in mm) - 5 mm;

Dmax < 1,3 del copriferro (in mm).

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

Il diametro massimo dell'aggregato dovrà essere pari a 32 mm; per interferri inferiori a 35 mm dovranno essere utilizzati aggregati con pezzatura 20 mm.

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 fissate nelle *"Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche"* del D.M. 09 gennaio 1996 e UNI 8520/2.

2.1.3 Acqua di impasto

L'acqua di impasto, ivi compresa l'acqua di riciclo, dovrà essere conforme alla norma UNI EN 1008: 2003.

Sono ammesse come acqua di impasto per i conglomerati cementizi l'acqua potabile e le acque naturali rispondenti ai requisiti di seguito riportati. Sono escluse le acque provenienti da scarichi (industriali ecc.).

L'acqua di impasto dovrà essere dolce, limpida e non contenere tracce di cloruri o solfati né sostanze organiche od olii 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 2000 parti per milione e la concentrazione di SO4 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.

L'acqua dovrà essere aggiunta nella quantità prescritta in relazione al tipo di conglomerato cementizio, tenendo conto dell'acqua contenuta negli aggregati (si faccia riferimento alla condizione "satura e superficie asciutta" della Norma UNI 8520 parte 5).

2.1.3.1 Generalità sugli 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 della Direzione Lavori, 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 934-2).

L'Impresa dovrà impiegare additivi garantiti dai produttori per qualità e costanza di effetto e di concentrazione; le loro caratteristiche dovranno essere verificate preliminarmente in sede di qualifica di conglomerati cementizi.

La consistenza e la qualità degli additivi dovranno essere uniformi.

Nel caso di uso contemporaneo di più additivi l'Impresa dovrà fornire alla Direzione Lavori la prova della loro compatibilità.

Prima dell'utilizzazione, l'Appaltatore dovrà presentare i risultati di esami che confermino la qualità e l'efficienza del materiale in oggetto.

La D.L. potrà ordinare il prelievo di campioni di additivo da sottoporre ad esami a prove.

L'uso degli additivi, anche se richiesto ed autorizzato dalla D.L., non esimerà l'Appaltatore dalle proprie responsabilità per quanto concerne la qualità e la resistenza dei calcestruzzi e delle malte di cui le specifiche relative.

Gli additivi dovranno entrare nell'impasto mescolati insieme all'acqua.

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.

Allo scopo di realizzare conglomerati cementizi impermeabili e durevoli a basso rapporto a/c ed elevata lavorabilità si farà costantemente uso di additivi fluidificanti e superfluidificanti del tipo approvato dalla Direzione Lavori. A seconda delle condizioni ambientali e dei tempi di trasporto e lavorazione, potranno essere impiegati anche additivi del tipo ad azione mista fluidificante - aerante, fluidificante - ritardante e fluidificante - accelerante.

Gli additivi non dovranno contenere cloruri in quantità superiore a quella ammessa per l'acqua d'impasto; il loro dosaggio dovrà essere definito in fase di qualifica dei conglomerati cementizi sulla base delle indicazioni del fornitore.

Per conglomerati cementizi che debbono avere particolari requisiti di resistenza e durabilità dovranno essere impiegati additivi iperfluidificanti (caratterizzati da una riduzione d'acqua di almeno il 30%).

In alternativa all'uso di additivi è ammesso l'uso di cementi atti a fornire conglomerati cementizi fluidi o superfluidi a basso rapporto acqua-cemento senza additivazione.

Tutti gli additivo superfluidificante dovranno essere conformi ai prospetti 3.1 e 3.2 o superfluidificante ritardante conforme ai prospetti 11.1 e 11.2 della norma UNI-EN 934-2.

2.1.3.2 Additivi aeranti

Per conglomerati cementizi soggetti durante l'esercizio a cicli di gelo-disgelo, si farà costantemente uso di additivi aeranti. La percentuale di aria inglobata varierà secondo quanto riportato nella tabella sotto, in rapporto alla dimensione massima degli aggregati (Dmax) e sarà misurata sul conglomerato cementizio fresco prelevato all'atto della posa in opera secondo la relativa Norma UNI 6395.

L'Impresa dovrà adottare le opportune cautele affinché per effetto dei procedimenti di posa in opera e compattazione attuati, non si abbia una riduzione del tenore d'aria effettivamente inglobata al di sotto dei limiti della tabella.

Gli aeranti dovranno essere conformi a quanto indicato nella norma ASTM C 260; dovranno essere aggiunti al conglomerato cementizio nella betoniera in soluzione con l'acqua d'impasto con un sistema meccanico che consenta di aggiungere l'additivo con una tolleranza sulla quantità prescritta non superiore al 5% ed inoltre che assicuri la sua uniforme distribuzione nella massa del conglomerato cementizio durante il periodo di miscelazione.

Su richiesta della Direzione Lavori, l'Impresa dovrà inoltre esibire prove di Laboratorio Ufficiale che dimostrino la conformità del prodotto alle Norme UNI vigenti; dovrà comunque essere garantita la qualità e la costanza di caratteristiche dei prodotti da impiegare.

D MAX AGGREGATI (mm)	% ARIA OCCLUSA (*)
10,0	7,0
12,5	6,5
20,0	6,0
25,0	5,0
40,0	4,5

50,0	4.0
75,0	3,5

Il contenuto d'aria inglobata nel conglomerato cementizio indurito potrà essere verificato con il procedimento descritto nello Standard ASTM C 457 o con procedimento similare.

In alternativa all'uso di additivi aeranti è consentito l'impiego di microsfere di plastica di diametro compreso tra mm 0,010 e mm 0,050.

L'Impresa dovrà preventivamente fornire in proposito un'adeguata documentazione, basata sull'esecuzione di cigli gelo-disgelo secondo la Normativa UNI.

2.1.3.3 Additivi ritardanti e acceleranti

Gli additivi ritardanti riducono la velocità iniziale delle reazioni tra il legante e l'acqua aumentando il tempo necessario ai conglomerati cementizi per passare dallo stato plastico a quello rigido, senza influenzare lo sviluppo successivo delle resistenze meccaniche.

Gli additivi acceleranti aumentano la velocità delle reazioni tra il legante e l'acqua e conseguentemente lo sviluppo delle resistenze dei conglomerati cementizi senza pregiudicare la resistenza finale degli impasti.

I tipi ed i dosaggi impiegati dovranno essere preventivamente approvati dalla Direzione Lavori.

Ogni additivo ritardante dovrà essere conforme al prospetto 2 della UNI-EN 934-2.

2.1.3.4 Additivi antigelo

Gli additivi antigelo abbassano il punto di congelamento dell'acqua d'impasto ed accelerano alle basse temperature i processi di presa e indurimento dei conglomerati cementizi. Dovranno essere impiegati soltanto su disposizione della Direzione Lavori, che dovrà approvarne preventivamente tipo e dosaggio.

2.1.3.5 Silice ad alta superficie specifica (Silicafume)

Quando previsto in progetto o prescritto dalla Direzione Lavori potranno essere impiegati additivi in polvere costituiti essenzialmente da superfluidificanti su un supporto di silice amorfa ed elevatissima superficie specifica (silicafume). Ciò per ottenere conglomerati cementizi ad elevata lavorabilità, resistenza e durabilità, in particolare in presenza di gelo e disgelo e di sali disgelanti.

La quantità di silicafume aggiunta all'impasto, dell'ordine del 5-10% sul peso del cemento, dovrà essere definita d'intesa con il progettista e la Direzione Lavori in sede di qualifica preliminare del conglomerato cementizio, previa verifica mediante immersione di provini in soluzione al 30% di CaCl2 a 278 K per venti giorni senza che sui provini stessi si manifesti formazione di fessure o scaglie.

2.1.3.6 *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/sec;

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 d'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 durevolezza e basso ritiro, ottenuti aggiungendo ad un normale impasto di cemento un superfluidificante tale da conferire caratteristiche neoplastiche 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 iniziale (caratteristica questa determinata secondo le UNI 7163-72, appendice E).

Il rapporto a/c deve essere 0,42-0,44 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}; tale rapporto, come al punto precedente, deve permettere una messa in opera ottimale).

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*; 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 (quantità d'acqua essudata, UNI 7122-72) inferiore a 0,05 cmc/cmq in modo da evitare la presenza di strati di calcestruzzo arricchiti d'acqua e pertanto porosi e permeabili.

2.1.3.7 *Additivi per calcestruzzi di massa*

Allo scopo di minimizzare lo sviluppo di calore nei getti cosiddetti ciclopici si impiegheranno cementi a basso tenore di calce ed in minimo dosaggio, compatibilmente con i requisiti di resistenza dei calcestruzzi induriti e del calcestruzzo fresco. A tal fine si utilizzeranno di volta in volta additivi ritardanti e fluidificanti descritti nel punto precedente.

2.1.3.8 *Malte e betoncini a stabilità volumetrica*

Per gli inghisaggi di precisione di macchinari soggetti a severe sollecitazioni di fatica e/o ad ampi cicli di temperatura e umidità, motori, alternatori, generatori, compressori e similari, per ancoraggio al calcestruzzo e sigillatura di strutture metalliche, di colonne, piastre d'appoggio di ponti, rotaie di gru, perni e zanche, verrà impiegata malta esente da ritiro, esente da aggregati metallici e da sostanze generatrici di gas, caratterizzata da elevatissime resistenze meccaniche, espansione controllata che si sviluppa prevalentemente nella prima fase di indurimento, bleeding minimo o nullo, eccezionali caratteristiche di adesione al calcestruzzo indurito ed ampio intervallo di temperatura di impiego.

Tale malta impastata col quantitativo d'acqua occorrente ad ottenere uno spandimento alla tavola o scosse ASTM o DIN 1048 pari rispettivamente al 90% (consistenza plastica) e, rispettivamente al 140% (consistenza fluida), dovrà presentare:

- i valori minimi di resistenza a compressione risultanti dalla seguente tabella (kg/cmq):

Consistenza	24 ore a 20°	28 giorni a 20°
Plastica	300	650
Fluida	250	750

- assenza di bleeding (UNI 7122-72);
- caratteristiche di espansività tali da produrre nella prova di espansione contrastata eseguita secondo il procedimento UNI una variazione di lunghezza dei provini a 7 giorni di almeno 0,03%

Il prodotto dovrà essere impiegato secondo le istruzioni della casa produttrice per quanto riguarda dosatura e modalità di impiego.

Il produttore di malte a stabilità espansiva dovrà mettere a disposizione su richiesta, propri tecnici specializzati nel loro impiego per la risoluzione dei vari problemi tecnici in relazione alla migliore esecuzione delle opere.

2.1.3.9 *Malte sigillanti espansive e tenuta idraulica*

Per ancoraggio e sigillatura tubazioni ed inerti in strutture di calcestruzzo, per la realizzazione di collegamenti strutturali tra parti di strutture prefabbricate in calcestruzzo, verrà impiegata malta esente di ritiro, esente da aggregati metallici e da sostanze generatrici di gas, caratterizzata da elevatissime resistenze meccaniche, espansione controllata che si sviluppa prevalentemente nella

prima fase di indurimento, bleeding minimo o nullo, eccezionali caratteristiche di adesione al calcestruzzo indurito ed ampio intervallo di impiego.

Per gli impieghi di cui al punto precedente, nei casi in cui lo spessore della applicazione risulti elevato (da 5 a 20 cm) e quando l'entità dei getti sia tale da richiedere il controllo del calore di idratazione, verrà impiegato betoncino esente da ritiro di idonee caratteristiche.

Per gli impieghi suddetti, ma in presenza di acque aggressive od acqua di mare, si farà uso di prodotti specifici.

Le malte in questione, impastate col quantitativo d'acqua occorrente ad ottenere uno spandimento alla tavola a scosse ASTM o DIN 1048 pari rispettivamente al 90% consistenza plastica) e al 140% (consistenza fluida), dovranno presentare:

- i valori minimi di resistenza compressione risultanti dalla seguente tabella (kg/cmq):

a 1 giorno (mat. a 20°C)		a 28 giorni (mat. a 20°C)	
plastica	300	plastica	850
fluida	250	fluida	750

- assenza di bleeding;
- caratteristiche di espansività tali da produrre nella prova di espansione contrastata eseguita secondo il procedimento UNI ( ) una variazione di lunghezza dei provini a 7 giorni di almeno 0,03%.

I prodotti dovranno essere impiegati secondo le istruzioni della casa produttrice per quanto riguarda dosatura e modalità di impiego.

Il produttore di malte espansive dovrà mettere a disposizione su richiesta, propri tecnici specializzati nel loro impiego per la risoluzione dei vari problemi tecnici in relazione alla migliore esecuzione delle opere.

2.1.3.10 Intonaci impermeabilizzanti speciali

Per la realizzazione di intonaci impermeabilizzanti di serbatoi, gallerie, canali, anche ove siano richieste caratteristiche antiusura ed applicazione mediante giunte ed anche in presenza di acque aggressive od acqua di mare si farà uso di malta con idonee caratteristiche. La malta in questione, impastata col quantitativo d'acqua occorrente ad ottenere uno spandimento alla tavola a scosse ASTM o metodo DIN 1048 pari al 90% (consistenza plastica), dovrà presentare:

- i valori minimi di resistenza a compressione di 350 kg/cmq a 1 giorno e 850 kg/cmq a 28 giorni (maturazione a 20°C);

- assenza di bleeding (UNI 7122-72);
- caratteristiche di espansività tali da produrre nella prova di espansione contrastata eseguita secondo il procedimento UNI una variazione di lunghezza dei provini a 7 giorni di almeno 0,03%.

Il prodotto dovrà essere impiegato secondo le istruzioni della casa produttrice per quanto riguarda dosatura e modalità di impiego.

Il produttore di malte impermeabilizzanti dovrà mettere a disposizione su richiesta, propri tecnici specializzati nel loro impiego per la risoluzione dei vari problemi tecnici in relazione alla migliore esecuzione delle opere.

2.1.4 Tipi e classi dei conglomerati cementizi

Ai fini delle presenti Norme Tecniche di Appalto e dell'Elenco di Prezzi Unitari vengono presi in considerazione tipi e classi di conglomerato cementizio:

- i "tipi" sono definiti nella tabella riportata sotto, nella quale sono indicate alcune caratteristiche dei conglomerati cementizi, e sono esemplificati i relativi campi di impiego;
- le "classi" indicano la resistenza a compressione del conglomerato cementizio a 28 giorni di maturazione espressa come resistenza caratteristica Rck oppure Fck in N/mm^2.

TIPO DI CLS	IMPIEGO DEI CALCESTRUZZI	CEMENTI AMMESSI	MASSIMO RAPPORTO A/C AMMESSO	CONSISTENZA UNI EN 206-2014 UNI 11104:2016 abbassamento al cono	ACQUA ESSUDATA UNI 7122	CLASSI RcK **
I (A)	- Impalcati in c.a. e c.a.p. pile e spalle di ponti, viadotti, cavalcavia, sottovia, ponticelli di luce superiore a m 8,00 New Jersey - barriere e parapetti in cemento armato	Pozzolanico o altoforno	0,45	Classe S4 > = cm 16*	< = 0,1%	≥ C 40/50
II (B)	- Muri di sottoscarpa e controripa in c.a., ponticelli di luce fino a m 8,00 - Tombini scatolari - Fondazioni armate (plinti, pali, diaframmi, ecc.) - Calcestruzzi per cunette, cordoli, pavimentazioni - Rivestimenti di gallerie	Pozzolanico o altoforno	0,50	Classe S4 > = cm 16	<0,1%	≥ C 30/37

III (C)	- Muri di sottoscarpa e controripa in calcestruzzo anche se debolmente armato (fino ad un max di kg 30 di acciaio per mc) - Fondazioni non armate (pozzi, sottoplinti, ecc.) - Rivestimenti di tubazione (tombini tubolari, ecc,) e riempimenti - Prismi per difese spondali	Pozzolanico o altoforno	0,55	Classe S4 > = cm 16	< 0,2%	≥ C 25/30

I cementi ad alta resistenza chimica si intendono secondo la UNI 9156.

(*) Tranne che per particolari manufatti quali pareti sottili a vibrazione programmata, barriere New Jersey o simili che richiedono abbassamenti al cono minori.

(**) Salvo richieste di resistenze maggiori definite nel progetto.

2.1.4.1 Classi di esposizione

Con riferimento alla normativa UNI EN 206/2006 e UNI EN 11104/2004, in finzione delle caratteristiche ambientali dei luoghi in cui è prevista la realizzazione dell'opera strutturale e dell'eventuale presenza di agenti chimici, i calcestruzzi dovranno rispettare i seguenti requisiti:

<u>Corrosione delle armature indotta da carbonatazione:</u>

1. XC1 - asciutto o permanentemente bagnato: a/cmax = 0,60; dosaggio minimo di cemento (kg/mc) = 300; minima classe di resistenza: C25/30;
2. XC2 - bagnato, raramente asciutto: a/cmax = 0,60; dosaggio minimo di cemento (kg/mc) = 300; minima classe di resistenza: C25/30
3. XC3 - umidità moderata: a/cmax = 0,55; dosaggio minimo di cemento (kg/m3) = 320; minima classe di resistenza: C28/35
4. XC4 - ciclicamente asciutto e bagnato: a/cmax = 0,50; dosaggio minimo di cemento (kg/mc) = 340; minima classe di resistenza: C32/40.

<u>Corrosione delle armature indotta da cloruri esclusi quelli provenienti dall'acqua di mare:</u>

5. XD1 - umidità moderata: a/cmax = 0,55; dosaggio minimo di cemento (kg/mc) = 320; minima classe di resistenza: C28/35
6. XD2 - bagnato, raramente asciutto: a/cmax = 0,50; dosaggio minimo di cemento (kg/mc) = 340; minima classe di resistenza: C32/40
7. XD3 - ciclicamente bagnato e asciutto: a/cmax = 0,45; dosaggio minimo di cemento (kg/mc) = 360; minima classe di resistenza: C35/45

<u>Corrosione delle armature indotta da cloruri presenti nell'acqua di mare:</u>

8. XS1 - esposto alla salsedine marina ma non direttamente in contatto con l'acqua di mare: a/cmax = 0,45; dosaggio minimo di cemento (kg/mc) = 340; minima classe di resistenza: C32/40
9. XS2 - permanentemente sommerso: a/cmax = 0,45; dosaggio minimo di cemento (kg/mc) = 360; minima classe di resistenza: C35/45
10. XS3 - zone esposte agli spruzzi o alla marea: a/cmax = 0,45; dosaggio minimo di cemento (kg/mc) = 360; minima classe di resistenza: C35/45.

Attacco dei cicli di gelo/disgelo con o senza disgelanti:

11. XF1 - moderata saturazione d'acqua, in assenza di agente disgelante: a/cmax = 0,50; dosaggio minimo di cemento (kg/mc) = 320; minima classe di resistenza: C32/40
12. XF2 - moderata saturazione d'acqua, in presenza di agente disgelante: a/cmax = 0,50; dosaggio minimo di cemento (kg/mc) = 340; minima classe di resistenza: C25/30
13. XF3 - elevata saturazione d'acqua, in assenza di agente disgelante: a/cmax = 0,50; dosaggio minimo di cemento (kg/mc) = 340; minima classe di resistenza: C25/30
14. XF4 - elevata saturazione d'acqua, con presenza di agente antigelo oppure acqua di mare: a/cmax = 0,45; dosaggio minimo di cemento (kg/mc) = 360; minima classe di resistenza: C28/35.

Attacco chimico (da parte di acque del terreno e acque fluenti):

15. XA1 - ambiente chimicamente debolmente aggressivo (UNI EN 206-1: a/cmax = 0,55; dosaggio minimo di cemento (kg/m3) = 320; minima classe di resistenza: C28/35
16. XA2 - ambiente chimicamente moderatamente aggressivo (UNI EN 206-1): a/cmax = 0,50; dosaggio minimo di cemento (kg/m3) = 340; minima classe di resistenza: C32/40
17. XA2 - ambiente chimicamente fortemente aggressivo (UNI EN 206-1): a/cmax = 0,45; dosaggio minimo di cemento (kg/m3) = 360; minima classe di resistenza: C35/45.

2.1.5 Qualifica preliminare dei conglomerati cementizi

L'Impresa è tenuta all'osservanza della Legge 5/11/1971 n° 1086 "Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica" nonché delle Norme Tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della predetta legge (D.M. del 17.01.2018) e s.m.i..

L'Impresa, sulla scorta delle prescrizioni contenute nei progetti esecutivi delle opere in conglomerato cementizio semplice e armato (normale e precompresso), relativamente a caratteristiche e prestazioni dei conglomerati cementizi stessi, avuto particolare riferimento a:

- resistenza caratteristica a compressione Rck;
- durabilità delle opere (UNI 8981);
- diametro massimo dell'aggregato (UNI 8520) – (UNI EN 12620);
- tipo di cemento e dosaggi minimi ammessi;
- resistenza a trazione per flessione secondo UNI 6133/83 (UNI EN 12390-5:2002);
- resistenza a compressione sui monconi dei provini rotti per flessione (UNI 6134);
- resistenza trazione indiretta (UNI 6135) – (UNI EN 12390-6:2002);
- modulo elastico secante a compressione (UNI 6556) – (UNI 6556:1976);
- contenuto d'aria del conglomerato cementizio fresco (UNI 6395);
- ritiro idraulico (UNI 6555:1973 e UNI 7086:1972);
- resistenza ai cicli di gelo-disgelo (UNI 7087);
- impermeabilità (ISO DIS 7032)

dovrà qualificare i materiali e gli impasti in tempo utile prima dell'inizio dei lavori, sottoponendo all'esame della Direzione Lavori:

a) i campioni dei materiali che intende impiegare, indicando provenienza, tipo e qualità dei medesimi;
b) la caratterizzazione granulometrica degli aggregati;
c) il tipo e il dosaggio del cemento, il rapporto acqua/cemento, lo studio della composizione granulometrica degli aggregati, il tipo e il dosaggio degli additivi che intende usare, il contenuto di aria inglobata, il valore previsto dalla consistenza misurata con il cono di Abrams, per ogni tipo e classe di conglomerato cementizio;
d) la caratteristica dell'impianto di confezionamento ed i sistemi di trasporto, di getto e di maturazione;
e) i risultati delle prove preliminari di resistenza meccanica sui cubetti di conglomerato cementizio da eseguire con le modalità più avanti descritte;
f) lo studio dei conglomerati cementizi ai fini della durabilità, eseguito secondo quanto precisato successivamente;

g) i progetti delle opere provvisionali (centine, armature di sostegno e attrezzature di costruzione).

La Direzione Lavori autorizzerà l'inizio dei getti di conglomerato cementizio solo dopo aver esaminato ed approvato la documentazione per la qualifica dei materiali e degli impasti di conglomerato cementizio e dopo aver effettuato, in contraddittorio con l'Impresa, impasti di prova del calcestruzzo per la verifica dei requisiti di cui alla tabella sopra.

Dette prove saranno eseguite sui campioni confezionati in conformità a quanto proposto dall'Impresa ai punti a), b), c) e f). I laboratori, il numero dei campioni e le modalità di prova saranno quelli indicati dalla Direzione Lavori, tutti gli oneri relativi saranno a carico dell'Impresa.

Caratteristiche dei materiali e composizione degli impasti, definite in sede di qualifica, non possono essere modificati in corso d'opera salvo autorizzazione scritta della Direzione Lavori. Qualora si prevedesse una variazione dei materiali, la procedura di qualifica dovrà essere ripetuta.

Qualora l'Impresa impieghi conglomerato cementizio preconfezionato pronto all'uso, per il quale si richiama la Norma UNI EN 206, le prescrizioni sulla qualificazione dei materiali, la composizione degli impasti e le modalità di prova, dovranno essere comunque rispettate.

Si puntualizza che per la realizzazione delle opere in conglomerato cementizio dovrà essere impiegato esclusivamente "conglomerato cementizio a prestazione garantita" secondo la Norma UNI EN 206. In nessun caso verrà ammesso l'impiego di "conglomerato cementizio a composizione richiesta" secondo la stessa Norma.

2.1.6 Controlli in corso d'opera

La Direzione Lavori eseguirà controlli periodici in corso d'opera per verificare la corrispondenza tra le caratteristiche dei materiali e degli impasti impiegati e quelle definite in sede di qualifica.

2.1.7 Resistenza dei conglomerati cementizi

Per ciascuna determinazione in corso d'opera delle resistenze caratteristiche a compressione dei conglomerati cementizi dovranno essere eseguite due serie di prelievi da effettuarsi in conformità alle Norme Tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della legge 1086 del 5/11/1971 (D.M. del 17.01.2018 e successivi aggiornamenti, modifiche ed integrazioni).

I prelievi, eseguiti in contraddittorio con l'Impresa, verranno effettuati separatamente per ogni opera e per ogni tipo e classe di conglomerato cementizio previsti nei disegni di progetto od ordinati per iscritto dalla Direzione Lavori. Di tali operazioni, eseguite a cura e spese dell'Impresa, e sotto il

controllo della Direzione Lavori, secondo le Norme UNI vigenti, verranno redatti appositi verbali numerati progressivamente e controfirmati dalle parti.

I provini, contraddistinti col numero progressivo del relativo verbale di prelievo, verranno custoditi a cura e spese dell'Impresa in locali ritenuti idonei dalla Direzione Lavori, previa apposizione di sigilli e firma del Direttore dei Lavori e dell'Impresa e nei modi più adatti a garantire la autenticità e la corretta stagionatura. Per la preparazione, la forma, le dimensioni e la stagionatura dei provini di calcestruzzo vale quanto indicato nelle norme UNI EN 12390-1:2002 e UNI EN 12390-2:2002.

Con i provini della prima serie di prelievi verranno effettuate presso i laboratori della Direzione lavori, alla presenza dell'Impresa, le prove atte a determinare le resistenze caratteristiche alle differenti epoche di stagionatura secondo le disposizioni che al riguardo saranno impartite dalla Direzione lavori.

I risultati delle prove di rottura, effettuate sui provini della prima serie di prelievi secondo le Norme UNI EN 12390-3:2003 e UNI EN 12390-4:2002, saranno presi a base per la contabilizzazione provvisoria dei lavori, a condizione che il valore della resistenza caratteristica cubica a compressione a 28 giorni di maturazione - Rck -, accertato per ciascun tipo e classe di conglomerato cementizio, non risulti inferiore a quello della classe indicata nei calcoli statici e nei disegni di progetto.

I provini della seconda serie di prelievi dovranno essere sottoposti a prove presso i Laboratori Ufficiali indicati dalla Direzione Lavori.

Il controllo di accettazione del calcestruzzo andrà eseguito su miscele omogenee e si configura, in funzione del quantitativo di calcestruzzo in accettazione, nel:

- controllo di tipo A;
- controllo di tipo B.

Il controllo di accettazione è positivo ed il quantitativo di calcestruzzo accettato se risultano verificate le disuguaglianze di cui alla tabella seguente:

Controllo di tipo A	Controllo di tipo B
$R1 \geq Rck-3,5$	
$R_m \geq Rck+3,5$ (N° prelievi: 3)	$R_m \geq Rck+1,4\ s$ (N° prelievi: 15)

Ove:

R_m = resistenza media dei prelievi (N/mm^2);

R1 = minore valore di resistenza dei prelievi (N/mm^2);

s = scarto quadratico medio.

Controlli di tipo A

Il controllo di tipo A è riferito ad un quantitativo di miscela omogenea non maggiore di 300 m3. Ogni controllo di accettazione di tipo A è rappresentato da tre prelievi, ciascuno dei quali eseguito su un massimo di 100 m3 di getto di miscela omogenea. Risulta quindi un controllo di accettazione ogni 300 m3 massimo di getto. Per ogni giorno di getto va comunque effettuato almeno un prelievo. Nelle costruzioni con meno di 100 m3 di getto di miscela omogenea, fermo restando l'obbligo di almeno n.3 prelievi e del rispetto delle limitazioni di cui sopra, è consentito derogare dall'obbligo di prelievo giornaliero.

Controlli di tipo B

Nella realizzazione di opere strutturali che richiedano l'impiego di più di 1500 m3 di miscela omogenea è obbligatorio il controllo di accettazione di tipo statistico (tipo B). Il controllo è riferito ad una definita miscela omogenea e va eseguito con frequenza non minore di un controllo ogni 1500 m3 di calcestruzzo. Per ogni giorno di getto di miscela omogenea va effettuato almeno un prelievo, e complessivamente almeno n.15 prelievi sui 1500 m^3.

Se si eseguono controlli statistici accurati, l'interpretazione dei risultati sperimentali può essere svolta con i metodi completi dell'analisi statistica assumendo anche distribuzioni diverse dalla normale. Si deve individuare la legge di distribuzione più corretta e il valor medio unitamente al coefficiente di variazione (rapporto tra deviazione standard e valore medio). In questo caso la resistenza minima di prelievo R1 dovrà essere maggiore del valore corrispondente al frattile inferiore 1%. Per calcestruzzi con coefficiente di variazione (s / Rm) superiore a 0,15 occorrono controlli più accurati, integrati con prove complementari. Non sono accettabili calcestruzzi con coefficiente di variazione superiore a 0,3.

Le prove non richieste dal Direttore dei Lavori non possono fare parte dell'insieme statistico che serve per la determinazione della resistenza caratteristica del materiale.

Le prove a compressione vanno eseguite conformemente alle norme UNI EN 12390-3:2003.

I certificati di prova emessi dai laboratori devono contenere almeno:

- l'identificazione del laboratorio che rilascia il certificato;
- una identificazione univoca del certificato (numero di serie e data di emissione) e di ciascuna sua pagina, oltre al numero totale di pagine;

- l'identificazione del committente dei lavori in esecuzione e del cantiere di riferimento;
- il nominativo del Direttore dei Lavori che richiede la prova;
- la descrizione, l'identificazione e la data di prelievo dei campioni da provare;
- la data di ricevimento dei campioni e la data di esecuzione delle prove;
- l'identificazione delle specifiche di prova o la descrizione del metodo o procedura adottata, con l'indicazione delle norme di riferimento per l'esecuzione della stessa;
- le dimensioni effettivamente misurate dei campioni provati, dopo eventuale rettifica;
- le modalità di rottura dei campioni;
- la massa volumica del campione;
- i valori di resistenza misurati.

Limitatamente ai conglomerati cementizi non armati o debolmente armati (fino ad un massimo di kg 30 di acciaio per mc), sarà sottoposto a prova presso laboratori Ufficiali soltanto il 10% dei provini della seconda serie a condizione che quelli corrispondenti della prima serie siano risultati di classe non inferiore a quella richiesta.

Se dalle prove eseguite presso Laboratori Ufficiali sui provini della seconda serie di prelievi risultasse un valore della resistenza caratteristica cubica a compressione a 28 giorni di maturazione - Rck - non inferiore a quella della classe indicata nei calcoli statici e nei disegni di progetto, tale risultanza verrà presa a base della contabilizzazione definitiva dei lavori.

Nel caso che la resistenza caratteristica cubica a compressione a 28 giorni di maturazione - Rck - ricavata per ciascun tipo e classe di conglomerato cementizio dalle prove della prima serie di prelievi risulti essere inferiore a quella della classe indicata nei calcoli statici e nei disegni di progetto, la Direzione Lavori, nell'attesa dei risultati Ufficiali, potrà a suo insindacabile giudizio ordinare la sospensione dei getti dell'opera d'arte interessata senza che l'Impresa possa accampare per questo alcun diritto a compenso.

Nel caso in cui le resistenze a compressione dei provini prelevati durante il getto non soddisfino i criteri di accettazione della classe di resistenza caratteristica prevista nel progetto, oppure sorgano dubbi sulla qualità e rispondenza del calcestruzzo ai valori di resistenza determinati nel corso della qualificazione della miscela, oppure si renda necessario valutare a posteriori le proprietà di un calcestruzzo precedentemente messo in opera, si può procedere ad una valutazione delle caratteristiche di resistenza attraverso una serie di prove sia distruttive che non distruttive. Tali prove non devono, in ogni caso, intendersi sostitutive dei controlli di accettazione. Il valor medio

della resistenza del calcestruzzo in opera (definita come resistenza strutturale) è in genere inferiore al valor medio della resistenza dei prelievi in fase di getto maturati in condizioni di laboratorio (definita come resistenza potenziale). È accettabile un valore medio della resistenza strutturale, misurata con tecniche opportune (distruttive e non distruttive) e debitamente trasformata in resistenza cilindrica o cubica, non inferiore all'85% del valore medio definito in fase di progetto.

Per la modalità di determinazione della resistenza strutturale si potrà fare utile riferimento alle norme UNI EN 12504-1:2002, UNI EN 12504-2:2001, UNI EN 12504-3:2005, UNI EN 12504- 4:2005 nonché alle Linee Guida per la messa in opera del calcestruzzo strutturale e per la valutazione delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo pubblicate dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

Nessun indennizzo o compenso sarà dovuto all'impresa se la Rck risulterà maggiore a quella indicata nei calcoli statici e nei disegni di progetto.

Saranno a carico dell'Impresa tutti gli oneri relativi alle prove di laboratorio, sia effettuate presso i Laboratori della Direzione Lavori, sia presso i Laboratori Ufficiali, comprese le spese per il rilascio dei certificati.

2.1.8 Durabilità dei conglomerati cementizi

La durabilità delle opere in conglomerato cementizio è definita dalla capacità di mantenere nel tempo, entro limiti accettabili per le esigenze di esercizio, i valori delle caratteristiche funzionali in presenza di cause di degradazione.

Le cause di degradazione più frequenti sono i fenomeni di corrosione delle armature, i cicli di gelo-disgelo, l'attacco di acque aggressive di varia natura e la presenza di solfati.

La degradazione va prevenuta applicando nelle fasi di progettazione e di esecuzione le Norme UNI 8981/87 e UNI EN 206-1: 2006.

La Direzione lavori, d'intesa con il progettista (che dovrà documentare nel progetto delle opere l'adozione delle istruzioni di cui alla Norma UNI 8981/87) e con l'Impresa, verificherà in fase di qualifica dei materiali e degli impasti l'efficacia dei provvedimenti da adottare in base alle suddette Norme UNI. Devesi tenere conto infatti che la durabilità si ottiene mediante l'impiego di conglomerato cementizio poco permeabili, eventualmente aerato, a basso rapporto a/c, di elevata lavorabilità, con adeguato dosaggio di cemento del tipo idoneo, mediante compattazione adeguato, rispettando i limiti del tenore di ione cloruro totale nel conglomerato cementizio e curando scrupolosamente la stagionatura.

Oltre all'impiego di tale conglomerato cementizio riveste fondamentale importanza anche lo spessore del copriferro e l'eventuale presenza di fessurazioni dei manufatti.

In presenza di concentrazioni sensibili di ioni solfato nelle acque e nei terreni a contatto dei manufatti, dovranno essere impiegati cementi a moderata, alta ed altissima resistenza chimica, rispondenti alle prescrizioni della Norma UNI 9156/87.

Ai fini della valutazione della durabilità, nella formulazione delle prescrizioni sul calcestruzzo, si potranno prescrivere anche prove per la verifica della resistenza alla penetrazione agli agenti aggressivi, ad esempio si può tener conto del grado di impermeabilità del calcestruzzo.

Per la prova di determinazione della profondità della penetrazione dell'acqua in pressione nel calcestruzzo indurito vale quanto indicato nella norma UNI EN 12390-8:2002.

La prova di permeabilità verrà eseguita misurando il percolamento d'acqua attraverso provini sottoposti a pressione d'acqua su una faccia o, se disponibile, secondo il metodo di Figg.

La prova di assorbimento d'acqua alla pressione atmosferica verrà eseguita secondo il procedimento UNI 7699.

La prova di scagliatura verrà eseguita secondo la relativa Norma UNI in preparazione.

La prova di penetrabilità dello ione cloruro o solfato verrà eseguita secondo la UNI 7928 o rispettivamente 8019.

In alternativa ad una prova globale di durabilità la Direzione Lavori, d'intesa con il progettista, farà eseguire, sempre in fase di qualifica, prove di resistenza ai cicli di gelo disgelo, di permeabilità, di assorbimento d'acqua, di scagliamento in presenza di cloruro, di resistenza all'azione di soluzioni aggressive.

La prova di resistenza al gelo verrà svolta sottoponendo i campioni a 300 cicli di gelo e disgelo, secondo UNI 7087; la conseguente variazione delle proprietà caratteristiche dovrà essere contenuta entro i limiti sotto riportati:

- riduzione del modulo di elasticità = 20%
- perdita di massa = 2%
- espansione lineare = 0.2%
- coefficiente di permeabilità:
- prima dei cicli = 10^{-9} cm/sec
- dopo i cicli = 10^{-8} cm/sec

2.1.9 Tecnologia esecutiva delle opere

Si ribadisce che l'Impresa è tenuta all'osservanza delle Norme Tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della Legge 5.11.1971 n° 1086 (D.M. del 17.01.2018 e successivi aggiornamenti) nonché delle Leggi e Norme vigenti, in quanto applicabili, ed in particolare della Norma UNI EN 206 e della Norma UNI 11104:2016.

2.1.10 Confezionamento dei conglomerati cementizi

La confezione dei conglomerati cementizi dovrà essere eseguita con gli impianti preventivamente sottoposti all'esame della Direzione lavori.

Gli impianti per la produzione con processo industrializzato del calcestruzzo disciplinato dalle presenti norme devono essere idonei ad una produzione costante, disporre di apparecchiature adeguate al confezionamento, nonché di personale esperto e di attrezzature idonee a provare, valutare e mantenere la qualità del prodotto.

Gli impianti devono dotarsi di un sistema permanente di controllo interno della produzione allo scopo di assicurare che il prodotto risponda ai requisiti previsti dalle presenti norme e che tale rispondenza sia costantemente mantenuta fino all'impiego. Il sistema di controllo della produzione di calcestruzzo confezionato con processo industrializzato in impianti di un fornitore, predisposto in coerenza con la norma UNI EN ISO 9001:2008, deve fare riferimento alle specifiche indicazioni contenute nelle Linee guida sul calcestruzzo preconfezionato elaborato dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei LL.PP. Detto sistema di controllo deve essere certificato da organismi terzi indipendenti che operano in coerenza con la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17021:2006, autorizzati dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei LL.PP. sulla base dei criteri di cui al DM 9/5/2003 n. 156. I documenti che accompagnano ogni fornitura di calcestruzzo confezionato con processo industrializzato devono indicare gli estremi di tale certificazione.

Nel caso in cui l'impianto di produzione industrializzata appartenga al costruttore nell'ambito di uno specifico cantiere, il sistema di gestione della qualità del costruttore, predisposto in coerenza con la norma UNI EN ISO 9001:2008, certificato da un organismo accreditato, deve comprendere l'esistenza e l'applicazione di un sistema di controllo della produzione dell'impianto, conformemente alle specifiche indicazioni contenute nelle Linee Guida sul calcestruzzo preconfezionato elaborato dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei LL.PP.

Gli impianti di betonaggio saranno del tipo automatico o semiautomatico, con dosatura a peso degli aggregati, dell'acqua, degli additivi e del cemento; la precisione delle apparecchiature per il

dosaggio ed i valori minimi saranno quelli del prospetto della Norma UNI EN 206-1: 2006; dovrà essere controllato il contenuto di umidità degli aggregati.

La dosatura effettiva degli aggregati dovrà essere realizzata con precisione del 3%; quella del cemento con precisione del 2%. Le bilance dovranno essere revisionate almeno una volta ogni due mesi e tarate all'inizio del lavoro e successivamente almeno una volta all'anno. Per l'acqua e gli additivi è ammessa anche la dosatura a volume. La dosatura effettiva dell'acqua dovrà essere realizzata con precisione del 2% ed i relativi dispositivi dovranno essere tarati almeno una volta ogni due mesi o comunque quando richiesto dalla Direzione Lavori. I dispositivi di misura del cemento, dell'acqua e degli additivi dovranno essere del tipo individuale. Le bilance per la pesatura degli aggregati possono essere di tipo cumulativo (peso delle varie pezzature con successione addizionale).

I silos del cemento debbono garantire la perfetta tenuta nei riguardi dell'umidità atmosferica.

Gli impasti dovranno essere confezionati in betoniere aventi capacità tale da contenere tutti gli ingredienti della pesata senza debordare. Il tempo e la velocità di mescolamento dovranno essere tali da produrre un conglomerato rispondente ai requisiti di omogeneità.

L'impasto dovrà risultare di consistenza uniforme ed omogeneo, uniformemente coesivo (tale cioè da essere trasportato e manipolato senza che si verifichi la separazione dei singoli elementi); lavorabile (in maniera che non rimangano vuoti nella massa o sulla superficie dei manufatti dopo eseguita la vibrazione in opera).

Se al momento della posa in opera la consistenza del conglomerato cementizio non è quella prescritta, lo stesso non dovrà essere impiegato per l'opera ma scaricato in luogo appositamente destinato dall'Impresa. Tuttavia se la consistenza è minore di quella prescritta (minore slump), e il conglomerato cementizio è ancora nell'autobetoniera, la consistenza può essere portata fino al valore prescritto mediante aggiunta di additivi fluidificanti e l'aggiunta verrà registrata sulla bolla di consegna.

L'uso di tali additivi è compreso e compensato con i prezzi di elenco dei conglomerati cementizi.

La produzione ed il getto del conglomerato cementizio dovranno essere sospesi nel caso che prevedibilmente la temperatura possa scendere al di sotto di 273 K, salvo diverse disposizioni che la Direzione Lavori potrà dare volta per volta, prescrivendo in tal caso le norme e gli accorgimenti cautelativi da adottare; per questo titolo l'Impresa non potrà avanzare richiesta alcuna di maggiori compensi.

2.1.11 Trasporto

Il trasporto dei conglomerati cementizi dall'impianto di betonaggio al luogo di impiego dovrà essere effettuato con mezzi idonei al fine di evitare la possibilità di segregazione dei singoli componenti e comunque tali da evitare ogni possibilità di deterioramento del conglomerato cementizio medesimo.

Saranno accettate in funzione della durata e della distanza di trasporto, le autobetoniere e le benne a scarico di fondo e, eccezionalmente, i nastri trasportatori. L'uso delle pompe sarà consentito a condizione che l'Impresa adotti, a sua cura e spese, provvedimenti idonei a mantenere il valore prestabilito del rapporto acqua/cemento del conglomerato cementizio alla bocca di uscita della pompa.

Non saranno ammessi gli autocarri a cassone o gli scivoli.

L'omogeneità dell'impasto sarà controllata, all'atto dello scarico con la prova indicata nei seguenti paragrafi.

È facoltà della Direzione Lavori di rifiutare carichi di conglomerato cementizio non rispondenti ai requisiti prescritti.

2.1.12 Posa in opera

I getti dovranno essere iniziati solo dopo la verifica degli scavi, delle casseforme e delle armature metalliche da parte della Direzione Lavori.

L'Appaltatore è tenuto ad informare la D.L. dell'esecuzione dei getti, e potrà procedere nell'operazione solo previa ispezione ed autorizzazione della D.L. ed in presenza di un rappresentante della stessa.

Inoltre si 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 o 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'Appaltatore.

La posa in opera sarà eseguita con ogni cura ed a regola d'arte, dopo aver preparato accuratamente e rettificati i piani di posa, le casseforme, i cavi da riempire e dopo aver posizionato le armature metalliche. Nel caso di getti contro terra, roccia, ecc., si deve controllare che la pulizia del

sottofondo, il posizionamento di eventuali drenaggi, la stesura di materiale isolante o di collegamento siano eseguiti in conformità alle disposizioni di progetto e di capitolato.

I getti dovranno risultare perfettamente conformi ai particolari costruttivi di progetto ed alle prescrizioni della Direzione Lavori: si avrà cura che in nessun caso si verifichino cedimenti dei piani di appoggio e delle pareti di contenimento.

Le casseforme dovranno essere atte a garantire superfici di getto regolari ed a perfetta regola d'arte. Dovranno essere impiegati prodotti disarmanti aventi i requisiti di cui alle specifiche della Norma UNI 8866; le modalità di applicazione dovranno essere quelle indicate dal produttore evitando accuratamente aggiunte eccessive e ristagni di prodotto sul fondo delle casseforme. La Direzione Lavori eseguirà un controllo della quantità di disarmante impiegato in relazione allo sviluppo della superficie di casseforme trattate.

Dovrà essere controllato inoltre che il disarmante impiegato non macchi o danneggi la superficie del conglomerato. A tale scopo saranno usati prodotti efficaci per la loro azione specifica escludendo i lubrificanti di varia natura.

Dal giornale lavori del cantiere dovrà risultare la data di inizio e la fine dei getti e del disarmo. Se il getto dovesse essere effettuato durante la stagione invernale l'Impresa dovrà tenere registrati giornalmente i minimi di temperatura desunti da un apposito termometro esposto nello stesso cantiere di lavoro.

Il conglomerato cementizio sarà posto in opera e assestato con ogni cura in modo che le superfici esterne si presentino lisce e compatte, omogenee e perfettamente regolari ed esenti anche da macchie o chiazze.

Per la finitura superficiale delle solette è prescritto l'uso di staggie vibranti o attrezzature equivalenti; la regolarità dei getti dovrà essere verificata con un'asta rettilinea della lunghezza di 2,0 m, che in ogni punto dovrà aderirvi uniformemente nelle dure direzioni longitudinale e trasversale, saranno tollerati soltanto scostamenti inferiori a 10 mm.

Eventuali irregolarità o sbavature dovranno essere asportate mediante bocciardatura e i punti incidentalmente difettosi dovranno essere ripresi accuratamente con malta cementizia a ritiro compensato immediatamente dopo il disarmo; ciò qualora tali difetti o irregolarità siano contenuti nei limiti che la Direzione Lavori, a suo insindacabile giudizio, riterrà tollerabili fermo restando in ogni caso che le suddette operazioni ricadranno esclusivamente e totalmente a carico dell'Impresa.

Quando le irregolarità siano mediamente superiori a 10 mm, la Direzione Lavori ne imporrà la regolarizzazione a totale cura e spese dell'Impresa mediante uno strato di materiali idonei che, a seconda dei casi e ad insindacabile giudizio della Direzione Lavori potrà essere costituito da:

- malte o betoncini reoplastici a base cementizia a ritiro compensato;
- conglomerato bituminoso del tipo usura fine, per spessori non inferiori a 15 mm.

Eventuali ferri (filo, chiodi, reggette) che con funzione di legatura di collegamento casseri od altro, dovessero sporgere da getti finiti, dovranno essere tagliati almeno 0,5 cm sotto la superficie finita, e gli incavi risultanti verranno accuratamente sigillati con malta fine di cemento espansivo; queste prestazioni non saranno in nessun caso oggetto di compensi a parte. Viene poi prescritto che, dovunque sia possibile, gli elementi dei casseri vengano fissati nella esatta posizione prevista utilizzando fili metallici liberi di scorrere entro tubetti di materiale PVC o simile, di colore grigio, destinati a rimanere incorporati nel getto di conglomerato cementizio, armato o non armato, intendendosi il relativo onere compreso e compensati nei prezzi di elenco.

Lo scarico del conglomerato dal mezzo di trasporto dovrà avvenire con tutti gli accorgimenti atti ad evitare la segregazione. A questo scopo il conglomerato dovrà cadere verticalmente al centro della cassaforma e sarà steso in strati orizzontali di spessore limitato e comunque non superiore a 50 cm misurati dopo la vibrazione.

È vietato scaricare il conglomerato in un unico cumulo e distenderlo con l'impiego del vibratore; è altresì vietato lasciar cadere dall'alto il conglomerato cementizio per un'altezza superiore ad 1 m; se necessario si farà uso di tubo getto o si getterà mediante pompaggio. Gli apparecchi, i tempi e le modalità per la vibrazione saranno quelli preventivamente approvati dalla Direzione Lavori.

Tre le successive riprese di getto non dovranno aversi distacchi o discontinuità o differenze d'aspetto e la ripresa potrà effettuarsi solo dopo che la superficie del getto precedente sia stata accuratamente pulita, lavata e spazzolata.

La Direzione Lavori avrà la facoltà di prescrivere, ove e quando lo ritenga necessario, che i getti vengano eseguiti senza soluzione di continuità così da evitare ogni ripresa; per questo titolo l'Impresa non potrà avanzare richiesta alcuna di maggiori compensi e ciò neppure nel caso che in dipendenza di questa prescrizione, il lavoro debba essere condotto a turni ed anche in giornate festive.

In alternativa la Direzione Lavori potrà prescrivere l'adozione di riprese di getto di tipo monolitico. Queste verranno realizzate mediante spruzzatura di additivo ritardante sulla superficie del

conglomerato cementizio fresco; dopo che la massa del conglomerato sarà indurita si provvederà all'eliminazione della malta superficiale non ancora rappresa, mediante getto d'acqua, ottenendo una superficie di ripresa scabra, sulla quale si potrà disporre all'atto della ripresa di getto una malta priva di ritiro immediatamente prima del nuovo getto di conglomerato cementizio.

Quando il conglomerato cementizio deve essere gettato in presenza d'acqua, si dovranno adottare gli accorgimenti approvati dalla Direzione Lavori, necessari per impedire che l'acqua lo dilavi e ne pregiudichi il normale consolidamento. L'onore di tali accorgimenti è a carico dell'Impresa.

La temperatura del conglomerato cementizio all'atto del getto dovrà essere compresa tra 278 k e 303 K.

2.1.13 Stagionatura e disarmo

2.1.13.1 Prevenzione delle fessure da ritiro plastico

A getto ultimato dovrà essere curata la stagionatura dei conglomerati cementizi in modo da evitare un rapido prosciugamento delle superfici esposte all'aria dei medesimi e la conseguente formazione di fessure da ritiro plastico, usando tutte le cautele ed impiegando i mezzi più idonei allo scopo, fermo restando che il sistema proposto dall'Impresa dovrà essere approvato dalla Direzione Lavori.

A questo fine tutte le superfici non protette dalle casseforme dovranno essere mantenute umide fino al termine della presa del conglomerato cementizio, sia per mezzo di prodotti antievaporanti (curing), da applicare a spruzzo subito dopo il getto, sia mediante continua bagnatura, sia con altri sistemi idonei.

I prodotti antievaporanti (curing) ed il loro dosaggio dovranno essere approvati dalla Direzione Lavori. Le loro caratteristiche dovranno essere conformi a quanto indicato nella Norma UNI 8656: tipi 1 e 2. La costanza della composizione dei prodotti antievaporanti dovrà essere verificata, a cura della Direzione Lavori ed a spese dell'Impresa, al momento del loro approvvigionamento. In particolare per le solette, che sono soggette all'essiccamento prematura ed alla fessurazione da ritiro plastico che ne deriva, è fatto obbligo di applicare sistematicamente i prodotti antievaporanti di cui sopra.

È ammesso in alternativa l'impiego, anche limitatamente ad uno strato superficiale di spessore non minore di 20 cm, di conglomerato cementizio rinforzato da fibre di resina sintetica di lunghezza da 20 a 35 mm, di diametro di alcuni millesimi di millimetro aggiunti nella betoniera e dispersi uniformante nel conglomerato cementizio, in misura di 0,5 - 1,5 kg/m^3.

Nel caso che sulle solette si rilevino manifestazioni di ritiro plastico con formazione di fessure di apertura superiore a 0,3 mm, l'Impresa dovrà provvedere a sua cura e spese alla demolizione ed al rifacimento delle strutture danneggiate.

2.1.13.2 Manutenzione accelerata a vapore

La maturazione accelerata a vapore deve essere eseguita osservando le prescrizioni che seguono secondo il disposto del punto 10.7 della Norma UNI EN 206-1: 2006:

- la temperatura del conglomerato cementizio, durante le prime 3 h dall'impasto non deve superare 303 K, dopo le prime 4 h dall'impasto non deve superare 313 K;
- il gradiente di temperatura non deve superare 20 k/h;
- la temperatura massima del calcestruzzo non deve in media superare 333 k (i valori singoli devono essere minori di 338 k);
- il calcestruzzo deve essere lasciato raffreddare con un gradiente di temperatura non maggiore di 10 k/h;
- durante il raffreddamento e la stagionatura occorre ridurre al minimo la perdita di umidità per evaporazione.

2.1.13.3 Disarmo e scasseratura

Durante il periodo della stagionatura i getti dovranno essere riparati da possibilità di urti, vibrazioni e sollecitazioni di ogni genere.

La rimozione delle armature di sostegno dei getti dovrà essere effettuata quando siano state sicuramente raggiunte le prescritte resistenze. In assenza di specifici accertamenti, l'Impresa dovrà attenersi a quanto stabilito nelle Norme Tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della Legge 5.11.1971 n. 1086 e conformemente a quanto previsto e prescritto dal D.M. 17.01.2018 e s.m.i..

2.1.13.4 Protezione dopo la scasseratura

Si richiama integralmente la Norma UNI EN 206-1: 2006; al fine di evitare una prematura essiccamento dei manufatti dopo la rimozione delle casseforme, a seguito del quale l'indurimento è ridotto e il materiale risulta più poroso e permeabile, si dovrà procedere ad una stagionatura da eseguire con i metodi sopra indicati.

La durata della stagionatura, intesa come giorni complessivi di permanenza nei casseri e di protezione dopo la rimozione degli stessi, va determinata in base alle indicazioni della Norma UNI EN 206-1: 2006.

2.1.14 Finitura del calcestruzzo

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

Dovrà essere escluso un aumento per rapporto effettivo acqua-cemento oltre il valore di 0,45 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 effettuata a piccoli quantitativi.

La vibratura dovrà essere ininterrotta per tutta la durata del getto.

In particolare dovrà essere curato il distanziamento dell'armatura in ferro dal fondo delle casseforme.

In relazione alla finitura superficiale dei getti si adotteranno quattro 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.

Tutte le irregolarità superficiali continue saranno rilevate con righello di 1,5 m.

Tutti i difetti riscontrati verranno eliminati non appena disarmate le casseforme, dopo l'ispezione della 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 richiedono 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: 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 e piattaforme di supporto di macchinari: irregolarità superficiali brusche e continue 0,2 cm.

Si tenga presente che i calcestruzzi per i quali e richiesta la finitura F3 devono avere dosaggio di cemento non inferiore a 300 kg/m^3.

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

Salvo accettazione da parte della D.L., l'Appaltatore 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 e F4 si dovrà ricorrere a sgrossatura con mola elettrica; stuccatura e successiva smerigliatura con mola delle superfici.

2.1.15 Tolleranze

L'Appaltatore è tenuto ad osservare le tolleranze di seguito indicate.

Le opere od elementi strutturali che presentino rispetto alle dimensioni di progetto differenze maggiori delle tolleranze ammesse, dovranno essere corrette o se necessario demolite e ricostruite, a giudizio della D.L..

A conseguenza di ciò l'Appaltatore non può pretendere alcun indennizzo né riceverà alcun compenso per i lavori di demolizione e rifacimento restando responsabile d'ogni eventuale ritardo.

	altezza h	totale max
a) Variazione della verticale Superficie di pilastri, pareti, spigoli e giunti	sino a 3,0 m sino a 6,0 m sino a 15 m	0,5 cm 1 cm 2 cm
b) Variazioni di misure in altezza Tra pavimento e soffitto	sino a 3 m sino a 6 m sino a 15 m	0,5 cm 1 cm 2 cm
c) Variazioni rispetto alle quote di progetto		1 cm
d) Variazioni di misure planimetriche nella posizione reciproca di travi-pilastri e pareti	per h < 6 m per h > 15 m	1 cm 1,5 cm

2.1.16 Predisposizione di fori, tracce, cavità, ammorsature, oneri vari

L'Impresa avrà a suo carico il preciso obbligo di predisporre in corso di esecuzione quanto è previsto nei disegni costruttivi, o sarà successivamente prescritto di volta in volta in tempo utile dalla

Direzione Lavori, circa fori, tracce, cavità, incassature ecc. nelle solette, nervature, pilastri, murature, ecc, per la posa in opera di apparecchi accessori quali giunti, appoggi, smorzatori sismici, pluviali, passo d'uomo, passerelle d'ispezione, sedi di tubi e di cavi, opere di interdizione, sicurvia, parapetti, mensole, segnalazioni, parti di impianti.

Tutti gli inserti dovranno essere posti in opera con sistemi tali da impedire perdite o filtrazioni dei fluidi nel contatto calcestruzzo-inserti. Pertanto, potranno essere utilizzati, previa approvazione della Direzione Lavori, giunti o alette metalliche che garantiscano la tenuta e la resistenza alla eventuale pressione del fluido. La fornitura e la posa di tali accorgimenti saranno a carico dell'Appaltatore.

L'onere relativo è compreso e compensato nei prezzi unitari e pertanto è ad esclusivo carico dell'Impresa.

Tutte le conseguenze per la mancata esecuzione delle predisposizioni così prescritte dalla Direzione Lavori, saranno a totale carico dell'Impresa, sia per quanto riguarda le rotture, i rifacimenti, le demolizioni di opere di spettanza dell'Impresa stessa, sia per quanto riguarda le eventuali opere di adattamento di infissi o impianti, i ritardi, le forniture aggiuntive di materiali e la maggiore mano d'opera occorrente da parte dei fornitori. Per l'assistenza alla posa in opera di apparecchi forniti e posti in opera da altre Ditte l'Impresa sarà compensata con i relativi prezzi di elenco.

La Direzione Lavori potrà prescrivere che le murature in conglomerato cementizio vengano rivestite sulla superficie esterna con paramenti speciali in pietra, laterizi od altri materiali da costruzione; in tal caso i getti dovranno procedure contemporaneamente al rivestimento ed essere eseguiti in modo da consentire l'adattamento e l'ammorsamento.

Qualora l'Ente Appaltante dovesse affidare i lavori di protezione superficiale dei conglomerati cementizi a ditte specializzate, nessun compenso particolare sarà dovuto all'Impresa per gli eventuali oneri che dovessero derivarle dalla necessità di coordinare le rispettive attività.

2.1.17 Prova sui materiali e sul conglomerato cementizio fresco

Fermo restando quanto stabilito al precedente punto 4.1.16 riguardo alla resistenza dei conglomerati cementizi, la Direzione Lavori si riserva la facoltà di prelevare, in ogni momento e quanto lo ritenga opportuno, ulteriori campioni di materiali o di conglomerato cementizio da sottoporre ad esami o prove di laboratorio.

In particolare, in corso di lavorazione sarà controllata la consistenza, l'omogeneità, il contenuto d'aria, il rapporto acqua/cemento e l'acqua essudata (bleeding).

Secondo le norme UNI EN 206 – 2006 e UNI 11104:2016, la consistenza deve essere determinata mediante le seguenti prove dai cui risultati vengono definite le classi di consistenza del calcestruzzo.

Classi di consistenza mediante abbassamento al cono di Abrams:

S1 - consistenza umida: abbassamento (slump) da 10 a 40 mm

S2 - consistenza plastica: abbassamento (slump) da 50 a 90 mm

S3 - consistenza semifluida: abbassamento (slump) da 100 a 150 mm

S4 - consistenza fluida: abbassamento (slump) da 160 a 210 mm

S5 - consistenza superfluida: abbassamento (slump) ≥ 220 mm.

Classi di consistenza mediante il metodo Vebè:

V0 - tempo Vebè: ≥ 31 s

V1 - tempo Vebè: da 30 a 21 s

V2 - tempo Vebè: da 20 a 11 s

V3 - tempo Vebè: da 10 a 6 s

V4 - tempo Vebè: da 5 a 3 s

Classi di consistenza mediante misura della compattabilità:

C0 - indice di compattabilità: ≥ 1,46

C1 - indice di compattabilità: da 1,45 a 1,26

C2 - indice di compattabilità: da 1,25 a 1,11

C3 - indice di compattabilità: da 1,10 a 1,04

C4 (solo per calcestruzzi leggeri) - indice di compattabilità: < 1,04

Classi di consistenza mediante la misura dello spandimento:

F1 - diametro spandimento: ≤ 340 mm

F2 - diametro spandimento: da 350 a 410 mm

F3 - diametro spandimento: da 420 a 480 mm

F4 - diametro spandimento: da 490 a 550 mm

F5 - diametro spandimento: da 560 a 620 mm

F6 - diametro spandimento: ≥ 630 mm.

La prova di omogeneità verrà eseguita vagliando ad umido due campioni di conglomerato, prelevati a 1/5 e 4/5 dello scarico della betoniera, attraverso il vaglio a maglio quadra diametro 4. La percentuale in peso di materiale grosso nei due campioni non dovrà differire più del 10%. Inoltre lo slump dei due campioni prima della vagliatura non dovrà differire più di 3 cm.

La prova del contenuto d'aria è richiesta ogni qualvolta si impieghi un additivo aerante e comunque dovrà essere effettuata almeno una volta per ogni giorno di getto. Essa verrà eseguita secondo la Norma UNI 6395/72.

Il rapporto acqua/cemento del conglomerato cementizio fresco dovrà essere controllato in cantiere, secondo la Norma UNI 6393/88, almeno una volta per ogni giorno di getto.

In fase di indurimento potrà essere prescritto il controllo della resistenza a diverse epoche di maturazione, su campioni appositamente confezionati.

Sul conglomerato cementizio indurito la Direzione Lavori potrà disporre la effettuazione di prove e controlli mediante prelievo di carote e/o altri sistemi anche non distruttivi quali ultrasuoni, misure di pull out, contenuto d'aria da aerante, ecc.

2.1.18 Armature per c.a.

Nella posa in opera delle armature metalliche entro i casseri è prescritto tassativamente l'impiego di opportuni distanziatori prefabbricati in conglomerato cementizio o in materiale plastico; lungo le pareti verticali si dovrà ottenere il necessario distanziamento esclusivamente mediante l'impiego di distanziatori ad anello; sul fondo dei casseri dovranno essere impiegati distanziatori del tipo approvato dalla Direzione Lavori. L'uso dei distanziatori dovrà essere esteso anche alle strutture di fondazione armate.

Copriferro ed interferro dovranno essere dimensionati nel rispetto del disposto di cui alle Norme di esecuzione per c.a. e c.a.p., contenute nelle "Norme Tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche" (D.M. 17.01.2018 e successive modifiche ed integrazioni) emanate in applicazione dell'art. 21 della Legge 5.11.1971 n° 1086.

Lo spessore del copriferro, in particolare, dovrà essere correlato allo stato limite di fessurazione del conglomerato, in funzione delle condizioni ambientali in cui verrà a trovarsi, la struttura e comunque non dovrà essere inferiore a cm 3,5 cm ovvero 4,5 cm per strutture in c.a.p.. Per strutture ubicate in prossimità di litorali marini o in presenza di acque con componenti di natura aggressiva (acque selenitose, solforose, carboniche, ecc), la distanza minima delle superfici metalliche delle armature dalle facce esterne del conglomerato dovrà essere di 4 cm. Le gabbie di armatura dovranno essere, per quanto possibile composte fuori opera; in ogni caso in corrispondenza di tutti i nodi dovranno essere eseguite legature doppie incrociate in filo di ferro ricotto di diametro non inferiore a 0,6 mm, in modo da garantire la invariabilità della geometria della gabbia durante il getto; l'Impresa dovrà

adottare, inoltre, tutti gli accorgimenti necessari affinché le gabbie mantengano la posizione di progetto all'interno delle casseforme durante le operazioni di getto. È a carico dell'Impresa l'onere della posa in opera delle armature metalliche anche in presenza di acqua o fanghi bentonitici.

Per consentire un omogeneo getto del calcestruzzo, il copriferro e l'interferro delle armature devono essere rapportati alla dimensione massima degli inerti impiegati.

Le armature longitudinali devono essere interrotte ovvero sovrapposte preferibilmente nelle zone compresse o di minore sollecitazione.

La continuità fra le barre può effettuarsi mediante:

1. sovrapposizione, calcolata in modo da assicurare l'ancoraggio di ciascuna barra. In ogni caso la lunghezza di sovrapposizione nel tratto rettilineo deve essere non minore di 20 volte il diametro della barra. La distanza mutua (interferro) nella sovrapposizione non deve superare 4 volte il diametro;
2. saldature, eseguite in conformità alle norme in vigore sulle saldature. Devono essere accertate la saldabilità degli acciai che vengono impiegati, nonché la compatibilità fra metallo e metallo di apporto nelle posizioni o condizioni operative previste nel progetto esecutivo;
3. giunzioni meccaniche per barre di armatura. Tali tipi di giunzioni devono essere preventivamente validati mediante prove sperimentali.

Per barre di diametro Ø >32 mm occorrerà adottare particolari cautele negli ancoraggi e nelle sovrapposizioni.

2.1.19 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 Direzione Lavori, 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.

2.1.20 Armatura di precompressione

L'Impresa dovrà attenersi rigorosamente alle prescrizioni contenute nei calcoli statici e nei disegni esecutivi per tutte le disposizioni costruttive, ed in particolare per quanto riguarda:

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

Oltre a quanto prescritto dalle vigenti norme di legge si precisa che, nella posa in opera delle armature di precompressione, l'Impresa dovrà assicurarne l'esatto posizionamento mediante l'impiego di appositi supporti, realizzati per esempio con pettini in tondini di acciaio.

2.1.21 Metodo di Figg per la determinazione del grado di permeabilità all'aria del conglomerato cementizio

Il metodo di Figg è diretto a fornire elementi di giudizio sulla capacità del conglomerato cementizio a resistere agli attacchi chimico-fisici dell'ambiente.

La prova si basa sul fatto che la relazione esistente tra un gradiente di depressione, creato in un foro di un blocco di conglomerato cementizio, ed il tempo necessario perchè tale gradiente si annulli, è pressoché lineare.

2.1.21.1 Apparecchiatura e materiali impiegati nella prova

- Trapano a bassa velocità dotato di sistema di bloccaggio della profondità, con punte da mm 10 e mm 12 di diametro;
- Cilindri in gomma del diametro di mm 12 e altezza di mm 10;
- Aghi ipodermici;
- Calibratore di pressione dotato di pompa manuale per il vuoto con le apposite tubazioni per la connessione del sistema agli aghi ipodermici;
- Silicone;

- N. 2 cronometri.

2.1.21.2 Metodologia di prova

Per eseguire la prova occorre delimitare un'area triangolare avente i lati di cm 10; in corrispondenza dei tre vertici dovranno essere realizzati, perpendicolarmente alla superficie del conglomerato cementizio, dei fori da mm 40 di profondità aventi diametro di mm 12 per i primi mm 20 e diametro di mm 10 per i restanti mm 20. Nella parte superiore dal foro viene inserito un cilindro in gomma, di diametro uguale a quello del foro, opportunamente siliconato sulla superficie laterale per favorire l'adesione alle pareti di conglomerato cementizio, e risolare completamente la parte inferiore del foro.

Quest'ultima viene raggiunta con un ago ipodermico, tramite il quale viene creata una depressione di poco superiore a 0,55 bar.

La prova consiste nel misurare il tempo occorrente per ottenere un incremento di pressione da -0,55 a -0,50 bar.

Per conglomerati cementizi poco permeabili (T > 3000 s), vista la proporzionalità indiretta tra tempo e pressione, la suddetta determinazione può essere assunta pari a cinque volte il tempo parziale corrispondente alla variazione di pressione tra -0,55 e -0,54 bar.

2.1.22 Classificazione del conglomerato cementizio in base al valore di permeabilità all'aria espresso in secondi

Nella tabella che segue è riportato, in funzione del tempo, il giudizio sulla qualità del conglomerato cementizio.

La categoria di appartenenza, in rapporto alla permeabilità all'aria, verrà stabilità sulla base di tre prove effettuate su una superficie di mq 1,00 e sarà assegnata quando l'80% delle determinazioni, ricadono in uno degli intervalli di tempo riportati in tabella.

TEMPO	GIUDIZIO	CATEGORIA
< 30	Scarso	0
30 - 100	Sufficiente	1
100 - 300	Discreto	2
300 - 1000	Buono	3
> 1000	Eccellente	4

2.2 Resoconto di prova

Dovrà comprendere:

- data della prova;

- caratteristiche fisiche dell'aria analizzata;
- provenienza e caratteristiche dell'impasto usato; tipo e granulometria degli aggregati; rapporto A/C; tipo e dosaggio del cemento; dosaggio e tipo di eventuali additivi; contenuto d'aria nel calcestruzzo fresco;
- classe di permeabilità del conglomerato cementizio determinata sulla base dei risultati ottenuti, che dovranno essere tabellati e riportati su grafico;
- ogni altra informazione utile.

2.2.1 Calcolo delle strutture

Le opere in c.a. devono essere conformi alle prescrizioni delle leggi e disposizioni vigenti. Si citano in particolare le seguenti:

- Legge 5.11.1971 n° 1086; Circ. Min. LL.PP. 14.2.1947 n° 11951; D.M. LL.PP. 3.10.1978; Circ. Min. LL.PP. 9.11.1978 n° 18591; Circ. Min. LL.PP. 9.1.1980 n° 2OO49; D.M. 26.3.1980 Min. LL.PP. (approvazione norme tecniche per la esecuzione delle opere in c.a. normale e precompresso e delle strutture metalliche); Circ. Min. LL.PP. 30.6.80 n° 20244 (istruzioni relative alle norme tecniche); D. Min. LL.PP. 1.4.1983 (variazioni e integrazioni al D.M. 26.3.1980); D.M. 17/01/2018 "Nuove norme tecniche per le costruzioni" per il calcolo, l'esecuzione e il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche.

Le strutture in c.a. saranno eseguite in base a calcoli di stabilità ed ai disegni esecutivi redatti e firmati da un ingegnere iscritto all'Albo, incaricato dall'Appaltatore a sue spese. L'Appaltatore dovrà presentare i relativi elaborati (relazione e disegni esecutivi) alla Direzione Lavori entro il termine che verrà prescritto, attenendosi agli schemi e disegni facenti parte del progetto ed allegati al contratto, nonché ai chiarimenti forniti, anche a sua richiesta, all'atto della consegna dei lavori. È prescritto che in sede di calcolazione dei c.a. delle costruzioni ne sia predisposta la suddivisione in parti di forma geometrica ben definita e di dimensioni tali che in fase esecutiva la loro gettata possa sicuramente avvenire senza interruzioni o riprese di sorta.

Qualora il progetto esecutivo posto a base d'appalto contenesse già gli elaborati esecutivi dei cementi armati, l'Appaltatore ha l'obbligo di verificare e far propri i suddetti elaborati, presentando eventuali osservazioni alla Direzione Lavori, entro trenta giorni della consegna dei lavori. In mancanza di osservazioni gli elaborati si intenderanno accettati dall'Appaltatore.

La tenuta idraulica in corrispondenza delle superfici di separazione fra un getto e l'altro (giunti) deve essere garantita con l'inserzione di adatti profilati in acciaio oppure in materiali sintetici adatti per il contatto con acque potabili (Circ. Min. San. n* 102 del 2.12.1978).

L'esame e la verifica da parte della Direzione Lavori dei progetti delle varie strutture in c.a. non esonera in alcun modo l'Appaltatore dalle responsabilità a lui derivanti per legge e per le precise pattuizioni di ogni genere concordate con la Direzione dei Lavori nell'esclusivo interesse dell'Amministrazione. L'Appaltatore rimane unico e completo responsabile delle opere, sia per la loro progettazione e calcolo, anche quando nel progetto siano già contenuti i calcoli del c.a. che per la qualità dei materiali e loro esecuzione; di conseguenza egli dovrà rispondere degli inconvenienti che avessero a verificarsi, di qualunque natura, importanza e conseguenza essi possano risultare.

Nel caso in cui venissero presentati disegni esecutivi già dimensionati da parte della Stazione Appaltante, l'Appaltatore è tenuto ad effettuare tutte le verifiche di calcolo necessarie ed a presentare gli elaborati di verifica alla Direzione Lavori per l'approvazione. Anche in questo caso l'Appaltatore è e rimane il solo responsabile delle opere, sia per i calcoli di verifica effettuati che per la qualità dei materiali e loro esecuzione.

Dopo l'approvazione dei calcoli da parte della Direzione Lavori gli stessi dovranno essere presentati per il deposito all'Ente competente-. In caso negativo l'Impresa sarà tenuta ad eseguire nuovamente i calcoli.

I grafici esecutivi dovranno contenere tutte le informazioni necessarie per la costruzione dell'opera e per definire la qualità, ed in particolare:

- dimensioni geometriche con relative tolleranze;
- dimensioni, posizione e sviluppo delle armature di rinforzo;
- dimensioni, posizione e sviluppo degli eventuali cavi di post-tensione;
- particolari delle armature convenzionali e dei cavi, ai copriferro ed alle posizioni relative, con indicazione delle tolleranze geometriche;
- tutte le indicazioni relative alla qualità dei materiali impiegati e l'indicazione della successione dei getti (piano di betonaggio).

Inoltre nei disegni dovranno essere indicati i giunti di ripresa con le prescrizioni per le modalità di esecuzione delle riprese stesse, come sagomature particolari del giunto, inserzione di profilati di tenuta in materiale plastico o in acciaio, eventuali barre addizionali, metodo di pulizia, intervallo di tempo fra i getti, ecc...

Nel caso che la funzione e la durata dell'opera siano condizionate da trattamenti superficiali dei getti o dei rinforzi metallici dei cavi, come intonaci, malte speciali, vernici, manti impermeabilizzanti, ecc., questi pure dovranno essere indicati nei disegni.

La relazione di calcolo dovrà dimostrare la qualità dell'opera descritta nei grafici esecutivi, considerando le azioni sulla struttura da considerare nel calcolo , combinate nel modo più sfavorevole e nelle condizioni limite di ogni azione.

Le specifiche costruttive dovranno in particolare modo contenere le seguenti indicazioni:

- qualità del calcestruzzo con riferimento alle caratteristiche meccaniche e di resistenza chimica;
- qualità del cemento con riferimento alle caratteristiche meccaniche e di resi¬stenza chimica;
- qualità dei cavi o trefoli per post-tensione;
- tolleranze di costruzione con riferimento alle tolleranze delle dimensioni delle strutture, verticalità dell'opera, posizione delle armature convenzionali o postese copriferri con relative tolleranze, ecc.;
- modalità di dosaggio, mescolamento, posa e trattamento per calcestruzzo;
- prescrizioni per la posa di ancoraggi e tesatura dei cavi;
- prescrizioni per la sigillatura e protezione chimica delle testate dei cavi;
- procedura per il collaudo funzionale e statico dell'opera;
- prescrizioni per protezione superficiale del calcestruzzo o altri materiali esposti alle intemperie o all'acqua contenuta nel vaso;
- prescrizioni speciali per i calcestruzzi di fondazione in funzione della aggressività del suolo se risultasse necessaria dalla indagine geognostica;
- riferimenti a normative italiane o europee per la giustificazione delle azioni normallizzate, dei carichi climatici, dei coefficienti di forma aerodinamici, metodi di calcolo, azioni di secondo ordine, o quanto altro serva di appoggio alla comprensione del progetto.

Opere di fondazione

L'Amministrazione Appaltante e la Direzione Lavori non hanno responsabilità alcuna per quelle che risulteranno essere le condizioni del sottosuolo e gli impedimenti che, per qualsiasi causa, potranno sorgere all'atto esecutivo delle fondazioni delle opere.

La Ditta Appaltatrice deve perciò effettuare preliminarmente a sua totale cura e spese, tutte le indagini, i saggi e gli accertamenti anche di carattere geologico e geognostico e le prove, anche di laboratorio, che riterrà necessarie sui terreni prescelti per la costruzione delle opere, e si assumerà,

in conseguenza, la piena, assoluta ed incondizionata responsabilità circa la stabilità futura delle opere stesse. È prescritta, in ogni caso, la presentazione preliminare alla Direzione Lavori di una relazione geologica redatta da un geologo iscritto all'Albo.

Il progetto delle opere di fondazione, armate o no, è a carico dell'Appaltatore.

Nel caso in cui venissero presentati dalla stazione appaltante disegni esecutivi delle fondazioni, l'appaltatore è tenuto ad effettuare tutte le verifiche di calcolo, eventualmente anche mediante nuove indagini in sito a suo carico, ed a presente gli elaborati di verifica alla Direzione Lavori per l'approvazione entro trenta giorni dalla consegna dei lavori.

Il progettista per conto dell'appaltatore, potrà progettare le fondazioni e calcolarle nel tipo che riterrà più idoneo in relazione alla consistenza e natura dei terreni di fondazione e comunque nell'osservanza delle prescrizioni delle "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione" di cui al D.M. 21.1.1981, mentre l'Appaltatore potrà procedere alla loro esecuzione solo dopo l'approvazione e l'accettazione da parte della Direzione Lavori.

L'esame e la verifica, da parte della Direzione Lavori, del progetto della fondazione e dei sondaggi non esonera in alcun modo l'Appaltatore dalle responsabilità che gli derivano per Legge e per le precise pattuizioni del contratto. Resta pertanto contrattualmente stabilito che, malgrado i controlli di ogni genere eseguiti dalla Direzione Lavori nell'esclusivo interesse dell'Amministrazione, l'Appaltatore rimane unico e completo responsabile delle opere, sia per quanto ha rapporto con la loro progettazione e calcolo, che per la qualità dei materiali e la loro esecuzione.

Sono pure a carico della Ditta Appaltatrice, d'accordo con l'Amministrazione Appaltante, gli oneri necessari a garantire il libero accesso ai terreni ove è prevista la costruzione delle opere nonché l'utilizzazione delle aree indicate negli allegati di progetto.

2.3 Strutture prefabbricate di calcestruzzo armato e precompresso

Con struttura prefabbricata si intende una struttura realizzata mediante l'associazione, e/o il completamento in opera, di più elementi costruiti in stabilimento o a piè d'opera.

La progettazione, esecuzione e collaudo delle costruzioni prefabbricate sono disciplinate dalle norme contenute nel Decreto del Ministro dei Lavori Pubblici del 17 gennaio 2018.

I manufatti prefabbricati utilizzati e montati dall'Impresa costruttrice dovranno appartenere ad una delle due categorie di produzione previste dal citato Decreto e precisamente: in serie "dichiarata" o in serie "controllata".

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.

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.

Gli elementi prefabbricati in calcestruzzo utilizzati nell'opera devono avere un contenuto totale di almeno il 5% in peso di materie riciclate, e/o recuperate, e/o di sottoprodotti.

In fase di approvvigionamento l'appaltatore dovrà accertarsi della rispondenza al criterio. La percentuale di materia riciclata deve essere dimostrata tramite una delle seguenti opzioni:

- una dichiarazione ambientale di Prodotto di Tipo III (EPD), conforme alla norma UNI EN 15804 e alla norma ISO 14025, come EPDItaly© o equivalenti;
- una certificazione di prodotto rilasciata da un organismo di valutazione della conformità che attesti il contenuto di riciclato attraverso l'esplicitazione del bilancio di massa, come ReMade in Italy® o equivalenti;
- una certificazione di prodotto rilasciata da un organismo di valutazione della conformità che attesti il contenuto di riciclato attraverso l'esplicitazione del bilancio di massa che consiste nella verifica di una dichiarazione ambientale autodichiarata, conforme alla norma ISO 14021.

Qualora l'azienda produttrice non fosse in possesso delle certificazioni richiamate ai punti precedenti, è ammesso presentare un rapporto di ispezione rilasciato da un organismo di ispezione, in conformità alla ISO/IEC 17020:2012, che attesti il contenuto di materia recuperata o riciclata nel prodotto. In questo caso é necessario procedere ad un'attività ispettiva durante l'esecuzione delle opere. Tale documentazione dovrà essere presentata alla stazione appaltante in fase di esecuzione dei lavori, nelle modalità indicate nel relativo capitolato.

I componenti di produzione occasionale devono inoltre essere realizzati sotto la vigilanza del Direttore dei lavori.

2.3.1 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.

2.3.2 Unioni e giunti

Per "unioni" si intendono collegamenti tra parti strutturali atti alla trasmissione di sollecitazioni.

Per "giunti" si intendono spazi tra parti strutturali atti a consentire ad essi spostamenti mutui senza trasmissione di sollecitazioni.

I materiali impiegati con funzione strutturale nelle unioni devono avere, di regola, una durabilità, resistenza al fuoco e protezione, almeno uguale a quella degli elementi da collegare. Ove queste condizioni non fossero rispettate, i limiti dell'intera struttura vanno definiti con riguardo all'elemento significativo più debole.

I giunti aventi superfici affacciate, devono garantire un adeguato distanziamento delle superfici medesime per consentire i movimenti prevedibili.

Il Direttore dei lavori dovrà verificare che eventuali opere di finitura non pregiudichino il libero funzionamento del giunto.

2.3.3 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.

Gli appoggi devono essere tali da soddisfare le condizioni di resistenza dell'elemento appoggiato, dell'eventuale apparecchio di appoggio e del sostegno, tenendo conto delle variazioni termiche, della deformabilità delle strutture e dei fenomeni lenti. Per elementi di solaio o simili deve essere garantita una profondità dell'appoggio, a posa avvenuta, non inferiore a 3 cm, se è prevista in opera la formazione della continuità della unione, e non inferiore a 5 cm se definitivo. Per appoggi discontinui (nervature, denti) i valori precedenti vanno raddoppiati.

Per le travi, la profondità minima dell'appoggio definitivo deve essere non inferiore a (8 + l/300) cm, essendo "l" la luce netta della trave in centimetri.

In zona sismica non sono consentiti appoggi nei quali la trasmissione di forze orizzontali sia affidata al solo attrito.

Appoggi di questo tipo sono consentiti ove non venga messa in conto la capacità di trasmettere azioni orizzontali; l'appoggio deve consentire spostamenti relativi secondo quanto previsto dalle norme sismiche.

2.3.4 Montaggio

Nel rispetto delle vigenti norme antinfortunistiche, i mezzi di sollevamento dovranno essere proporzionati per la massima prestazione prevista nel programma di montaggio; inoltre, nella fase di messa in opera dell'elemento prefabbricato fino al contatto con gli appoggi, i mezzi devono avere velocità di posa commisurata con le caratteristiche del piano di appoggio e con quella dell'elemento stesso. La velocità di discesa deve essere tale da poter considerare non influenti le forze dinamiche di urto.

Gli elementi vanno posizionati come e dove indicato in progetto.

In presenza di getti integrativi eseguiti in opera, che concorrono alla stabilità della struttura anche nelle fasi intermedie, il programma di montaggio sarà condizionato dai tempi di maturazione richiesti per questi, secondo le prescrizioni di progetto.

L'elemento può essere svincolato dall'apparecchiatura di posa solo dopo che è stata assicurata la sua stabilità.

L'elemento deve essere stabile di fronte all'azione di:

- peso proprio;
- vento;

- azioni di successive operazioni di montaggio;
- azioni orizzontali convenzionali.

L'attrezzatura impiegata per garantire la stabilità nella fase transitoria che precede il definitivo completamento dell'opera deve essere munita di apparecchiature, ove necessarie, per consentire, in condizioni di sicurezza, le operazioni di registrazione dell'elemento (piccoli spostamenti delle tre coordinate, piccole rotazioni, ecc.) e, dopo il fissaggio definitivo degli elementi, le operazioni di recupero dell'attrezzatura stessa, senza provocare danni agli elementi stessi

Deve essere previsto nel progetto un ordine di montaggio tale da evitare che si determinino strutture temporaneamente labili o instabili nel loro insieme.

La corrispondenza dei manufatti al progetto sotto tutti gli aspetti rilevabili al montaggio (forme, dimensioni e relative tolleranze) sarà verificata dalla Direzione dei lavori, che escluderà l'impiego di manufatti non rispondenti.

2.3.5 Accettazione

Tutte le forniture di componenti strutturali prodotti in serie controllata possono essere accettate senza ulteriori controlli dei materiali, né prove di carico dei componenti isolati, se accompagnati da un certificato di origine firmato dal produttore e dal tecnico responsabile della produzione e attestante che gli elementi sono stati prodotti in serie controllata e recante in allegato copia del relativo estratto del registro di produzione e degli estremi dei certificati di verifica preventiva del laboratorio ufficiale. Per i componenti strutturali prodotti in serie dichiarata si deve verificare che esista una dichiarazione di conformità rilasciata dal produttore.

2.4 Manufatti in progetto

Il progetto prevede la realizzazione di quattro manufatti interrati in calcestruzzo armato gettato in opera. Le strutture sono uno sfioratore, una stazione di sollevamento, un pozzetto ripartitore e un pozzetto di curva. Le caratteristiche dei materiali sono di seguito definite.

<u>Magrone di sottofondo</u>

Classe di resistenza	C12/15
Classe di esposizione	X0

<u>Calcestruzzo per solette, fondazioni ed elevazioni</u>

Classe di resistenza	C32/40
Classe di esposizione	XC4

Copriferro 40 mm

3 CASSEFORME

3.1 Generalità

Le casseforme per i getti di calcestruzzo dovranno essere costruite con pannelli metallici o tavole sufficientemente robuste, ben collegate fra loro e controventate ad evitare spanciamenti e distacchi delle stesse durante le vibrature 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 ed 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.

Quanto indicato dai disegni esecutivi, gli spigoli verticali e orizzontali dovranno essere smussati ed arrotondati. L'arrotondamento suddetto si realizzerà con opportuni listelli disposti nelle casseforme.

In particolare dovrà essere curata la tenuta d'acqua dei casseri al fine di evitare fuoriuscita della boiacca 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.

Per materiali e i prodotti costituiti di legno o in materiale a base di legno, o contenenti elementi di origine legnosa, il materiale deve provenire da boschi/foreste gestiti in maniera sostenibile/responsabile o essere costituito da legno riciclato o un insieme dei due.

In fase di approvvigionamento l'appaltatore dovrà accertarsi della rispondenza al criterio tramite la documentazione nel seguito indicata, che dovrà essere presentata alla stazione appaltante in fase di esecuzione dei lavori, nelle modalità indicate nel relativo capitolato:

- per la prova di origine sostenibile e/o responsabile, una certificazione del prodotto, rilasciata da organismi di valutazione della conformità, che garantisca il controllo della «catena di custodia» in relazione alla provenienza legale della materia prima legnosa e da foreste gestite in maniera sostenibile/responsabile, quali quella del Forest Stewardship Council® (FSC®) o del Programme for Endorsement of Forest Certification schemes™ (PEFC™), o altro equivalente;
- per il legno riciclato, certificazione di prodotto «FSC® Riciclato» (oppure «FSC® Recycled») (26) , FSC® misto (oppure FSC® mixed) (27) o «Riciclato PEFC™» (oppure PEFC Recycled™) (28) o ReMade in Italy® o equivalenti, oppure una asserzione ambientale del produttore conforme alla norma ISO 14021 che sia verificata da un organismo di valutazione della conformità.

3.2 Casseforme centinate

Per i cunicoli, canalette, serbatoi, ponti, viadotti, ecc.. potranno essere richieste casseforme centinate, cilindriche o sagomate. Tali casseforme dovranno rispettare le linee ed i raggi indicati sui disegni, i pannelli metallici dovranno essere incurvati o se in tavole, queste dovranno essere poste longitudinalmente all'asse e ricoperte con compensato, masonite o lamiera in modo da evitare la vista di facce piane lungo le pareti ad arco. Particolare cura dovrà essere adottata per i puntellamenti e le tirantature delle casseforme per mantenere entro le tolleranze i getti finiti. La Direzione Lavori potrà permettere l'uso di casseforme scorrevoli o pneumatiche.

3.3 Tiranti di ancoraggio

I tiranti di ancoraggio disposti per sostenere i casseri debbono essere sommersi nel calcestruzzo e tagliati ad una distanza non inferiore a due volte il diametro od al doppio della dimensione minima dalla superficie esterna.

Questo varrà per tutti i gradi di finitura ad esclusione dove i tiranti possono essere ritagliati alla superficie esterna del calcestruzzo.

La parte finale dei tiranti deve essere costruita in modo tale che al momento della loro rimozione non si abbia alcun danneggiamento alla superficie a vista del calcestruzzo. Eventuali danneggiamenti

dovranno essere immediatamente riparati a cura ed a spese dell'Impresa secondo le istruzioni della Direzione Lavori.

3.4 Pulizia e lubrificazione

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 lubrificate con olio di paraffina raffinato in modo da migliorare lo stacco delle casseforme dalle strutture durante il disarmo. Non sarà permesso l'uso di tali prodotti disarmanti quando le casseforme siano già montate per il getto.

3.5 Disarmo

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 previa autorizzazione della Direzione Lavori.

Potrà inoltre essere necessario che le casseforme, con relativi puntelli e sbadacchiature, di particolari strutture vengano mantenute in opera oltre il necessario, su specifica richiesta della Direzione Lavori.

4 FERRO TONDO IN ARMATURA

4.1 Generalità

L'acciaio tondo da armatura sarà fornito dall'Impresa e verrà posto in opera in base ai disegni di dettaglio e approvati dalla Direzione Lavori.

Per gli usi strutturali deve essere utilizzato acciaio prodotto con un contenuto minimo di materiale riciclato come di seguito specificato in base al tipo di processo industriale:

- acciaio da forno elettrico: contenuto minimo di materiale riciclato pari al 70%.
- acciaio da ciclo integrale: contenuto minimo di materiale riciclato pari al 10%.
- La percentuale di materia riciclata deve essere dimostrata tramite una delle seguenti opzioni:
- una dichiarazione ambientale di Prodotto di Tipo III (EPD), conforme alla norma UNI EN 15804 e alla norma ISO 14025, come EPDItaly© o equivalenti;

- una certificazione di prodotto rilasciata da un organismo di valutazione della conformità che attesti il contenuto di riciclato attraverso l'esplicitazione del bilancio di massa, come ReMade inItaly® o equivalenti;
- una certificazione di prodotto rilasciata da un organismo di valutazione della conformità che attesti il contenuto di riciclato attraverso l'esplicitazione del bilancio di massa che consiste nella verifica di una dichiarazione ambientale autodichiarata, conforme alla norma ISO 14021.

Si prevede di usare barre ad aderenza migliorata di acciaio B450C controllato in stabilimento (ex tipo FeB44k) conformi alle Norme UNI 6407-69 a seconda di quanto indicato o richiesto dalla Direzione Lavori aventi le caratteristiche riportate nella seguente tabella:

Proprietà	Requisito
Limite di snervamento fy	≥450 MPa
Limite di rottura ft	≥540 MPa
Allungamento totale al carico massimo Agt	≥7,5%
Rapporto ft/fy	1,15 ≤ Rm/Re ≤ 1,35
Rapporto fy misurato/ fy nom	≤ 1,25
Resistenza a fatica assiale*	2 milioni di cicli
Resistenza a carico ciclico*	3 cicli/sec (deformazione 1,5÷4 %)
Idoneità al raddrizzamento dopo piega*	Mantenimento delle proprietà meccaniche
Controllo radiometrico**	superato, ai sensi del D.Lgs. 230/1995 D. Lgs. 241/2000
* = prove periodiche annuali ** = controllo per colata	

Gli acciai per calcestruzzi armati dovranno corrispondere alle "Norme Tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato e precompresso e per le strutture metalliche" del Decreto Ministeriale 14 gennaio 2008.

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.

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

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

La sagomatura e/o l'assemblaggio possono avvenire:

- in cantiere, sotto la vigilanza della Direzione Lavori;
- in centri di trasformazione, solo se provvisti dei requisiti di cui al DM 17/01/2018.

Tutti gli acciai per cemento armato devono essere ad aderenza migliorata, aventi cioè una superficie dotata di nervature o indentature trasversali, uniformemente distribuite sull'intera lunghezza, atte ad aumentarne l'aderenza al conglomerato cementizio.

Per quanto riguarda la marchiatura dei prodotti e la documentazione di accompagnamento delle forniture vale quanto indicato al DM 17/01/2018.

L'Impresa provvederà alla 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.

La Direzione Lavori potrà apportare modifiche alle armature di progetto. In questa eventualità l'Impresa non potrà richiedere alcun compenso speciale oltre a quanto spettantegli in base all'applicazione del prezzo di contratto per le quantità di ferri impiegati.

Le armature dovranno essere fissate nelle casseforme nella loro posizione finale (per mezzo di piastrine distanziatrici in cemento o dispositivi analoghi) e legate con filo di ferro strettamente una all'altra in modo da formare una gabbia rigida.

Le sbarre dovranno essere pulite dalla ruggine e dai residui di tinta o di olii che ne possano pregiudicare la aderenza.

Le saldature saranno ammesse solo se consentite caso per caso dalla Direzione Lavori e saranno realizzate in tal caso per sovrapposizione. Delle unioni per saldatura verranno eseguite verifiche periodiche da parte della Direzione Lavori ed a spese dell'Impresa.

In ogni caso, in corrispondenza di superfici di calcestruzzo a contatto con i liquami, il ricoprimento dei ferri non deve essere inferiore ai 3 cm dal perimetro esterno delle barre di armatura, salvo quanto specificatamente previsto in progetto e/o prescritto dalla Direzione Lavori.

La Direzione Lavori 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 la idoneità del ferro secondo Specifiche e Regolamento.

In ogni caso la Direzione Lavori richiederà prove sui ferri secondo il regolamento più sopra citato o prove addizionali nel caso che durante le prime prove le caratteristiche del ferro non fossero conformi, 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.

L'Impresa provvederà alla fornitura e posa in opera di cassette in legno o in lamierino di ferro di qualsiasi forma per creare l'alloggiamento di bulloni di ancoraggio, di zanche metalliche e simili, compresa l'eventuale rimozione a getto ultimato delle medesime, compreso il lamierino in ferro e l'onere per il materiale di fissaggio e la sua messa in opera nonché l'onere per il tracciamento.

Gli oneri derivanti da queste cassette sono compresi nei prezzi unitari del betoncino o malta più sopra menzionato.

I controlli di accettazione in cantiere verranno effettuati entro 30 giorni dalla data di consegna del materiale e devono essere campionati, nell'ambito di ciascun lotto di spedizione, con le medesime modalità contemplate nelle prove a carattere statistico previste dal DM 17/01/2018, in ragione di n.3 spezzoni, marchiati, di uno stesso diametro, scelto entro ciascun lotto, sempre che il marchio e la documentazione di accompagnamento dimostrino la provenienza del materiale da uno stesso stabilimento. In caso contrario i controlli devono essere estesi ai lotti provenienti da altri stabilimenti.

I valori di resistenza ed allungamento di ciascun campione, accertati in accordo a quanto previsto dalla normativa vigente, sono da eseguirsi comunque prima della messa in opera del prodotto riferiti ad uno stesso diametro, devono essere compresi fra i valori massimi e minimi riportati nella tabella seguente:

Valori di accettazione:

fy minimo	425 N/mm^2	(450 – 25) N/mm2
fy massimo	572 N/mm^2	[450 x (1,25+0,02)] N/mm2
Agt minimo	≥ 6,0%	per acciaiB450C
Agt minimo	≥ 2,0%	per acciai B450A
Rottura/snervamento	1,13 ≤ ft / fy ≤ 1,37	per acciai B450C
Rottura/snervamento	ft / fy ≥ 1,03	per acciai B450A
Piegamento/raddrizzamento	assenza di cricche	per tutti

Questi limiti tengono conto della dispersione dei dati e delle variazioni che possono intervenire tra diverse apparecchiature e modalità di prova.

Nel caso di campionamento e prova in cantiere, che deve essere effettuata entro 30 giorni dalla data di consegna del materiale in cantiere, qualora la determinazione del valore di una quantità fissata non sia conforme al valore di accettazione, il valore dovrà essere verificato prelevando e provando tre provini da prodotti diversi nel lotto consegnato.

Se un risultato è minore del valore, sia il provino che il metodo di prova devono essere esaminati attentamente. Se nel provino è presente un difetto o si ha ragione di credere che si sia verificato un errore durante la prova, il risultato della prova stessa deve essere ignorato. In questo caso occorrerà prelevare un ulteriore (singolo) provino.

Se i n.3 risultati validi della prova sono maggiori o uguali del prescritto valore di accettazione, il lotto consegnato deve essere considerato conforme.

Se i criteri sopra riportati non sono soddisfatti, devono essere prelevati n.10 ulteriori provini da prodotti diversi del lotto in presenza del produttore o suo rappresentante che potrà anche assistere all'esecuzione delle prove presso un laboratorio di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001.

Il lotto deve essere considerato conforme se la media dei risultati sui n.10 ulteriori provini è maggiore del valore caratteristico e i singoli valori sono compresi tra il valore minimo e il valore massimo secondo quanto sopra riportato.

In caso contrario il lotto deve essere respinto e il risultato segnalato al Servizio Tecnico Centrale.

Il prelievo dei campioni va effettuato a cura del Direttore dei Lavori o di tecnico di sua fiducia che deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i campioni inviati per le prove al laboratorio incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati.

Qualora la fornitura, di elementi sagomati o assemblati, provenga da un Centro di trasformazione, il Direttore dei Lavori, dopo essersi accertato preliminarmente che il suddetto Centro di trasformazione sia in possesso di tutti i requisiti previsti per Legge, può recarsi presso il medesimo Centro di trasformazione ed effettuare in stabilimento tutti i controlli di cui sopra. In tal caso il prelievo dei campioni viene effettuato dal Direttore tecnico del centro di trasformazione secondo le disposizioni del Direttore dei Lavori; quest'ultimo deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i campioni inviati per le prove al laboratorio incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati, nonché sottoscrivere la relativa richiesta di prove.

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

In caso di mancata sottoscrizione della richiesta di prove da parte del Direttore dei Lavori, le certificazioni emesse dal laboratorio non possono assumere valenza ai sensi del presente decreto e di ciò ne deve essere fatta esplicita menzione sul certificato stesso.

I certificati emessi dai laboratori devono obbligatoriamente contenere almeno:

- l'identificazione del laboratorio che rilascia il certificato;
- una identificazione univoca del certificato (numero di serie e data di emissione) e di ciascuna sua pagina, oltre al numero totale di pagine;
- l'identificazione del committente dei lavori in esecuzione e del cantiere di riferimento;
- il nominativo del Direttore dei Lavori che richiede la prova;
- la descrizione e l'identificazione dei campioni da provare;
- la data di ricevimento dei campioni e la data di esecuzione delle prove;
- l'identificazione delle specifiche di prova o la descrizione del metodo o procedura adottata, con l'indicazione delle norme di riferimento per l'esecuzione della stessa;
- le dimensioni effettivamente misurate dei campioni;
- i valori delle grandezze misurate e l'esito delle prove di piegamento.

I certificati devono riportare, inoltre, l'indicazione del marchio identificativo rilevato a cura del laboratorio incaricato dei controlli, sui campioni da sottoporre a prove. Ove i campioni fossero sprovvisti di tale marchio, oppure il marchio non dovesse rientrare fra quelli depositati presso il Servizio Tecnico Centrale, le certificazioni emesse dal laboratorio non possono assumere valenza ai sensi delle presenti norme e di ciò ne deve essere fatta esplicita menzione sul certificato stesso.

4.2 Reti e tralicci elettrosaldati

Gli acciai delle reti e tralicci elettrosaldati devono essere saldabili.

L'interasse delle barre non deve superare 330 mm.

Per le reti ed i tralicci costituiti con acciaio B450 C gli elementi base devono avere diametro Φ che rispetta la limitazione: 6 mm ≤ Φ ≤ 16 mm.

Per le reti ed i tralicci costituiti con acciaio B450 A gli elementi base devono avere diametro Φ che rispetta la limitazione: 5 mm ≤ Φ ≤ 10 mm.

Il rapporto tra i diametri delle barre componenti reti e tralicci deve essere: Φ min / Φ Max ³ 0,6.

I nodi delle reti devono resistere ad una forza di distacco determinata in accordo con la norma UNI EN ISO 15630-2:2004 pari al 25% della forza di snervamento della barra, da computarsi per quella di diametro maggiore sulla tensione di snervamento pari a 450 N/mm2. Tale resistenza al distacco della saldatura del nodo, va controllata e certificata dal produttore di reti e di tralicci secondo le procedure di qualificazione di seguito riportate.

In ogni elemento di rete o traliccio le singole armature componenti devono avere le stesse caratteristiche. Nel caso dei tralicci è ammesso l'uso di staffe aventi superficie liscia perché realizzate con acciaio B450A oppure B450C saldabili.

La produzione di reti e tralicci elettrosaldati può essere effettuata a partire da materiale di base prodotto nello stesso stabilimento di produzione del prodotto finito o da materiale di base proveniente da altro stabilimento.

Nel caso di reti e tralicci formati con elementi base prodotti in altro stabilimento, questi ultimi possono essere costituiti:

da acciai provvisti di specifica qualificazione;

da elementi semilavorati quando il produttore, nel proprio processo di lavorazione, conferisca al semilavorato le caratteristiche meccaniche finali richieste dalla norma.

In ogni caso il produttore dovrà procedere alla qualificazione del prodotto finito, rete o traliccio, secondo le procedure previste dalla normativa vigente.

Ogni pannello o traliccio deve essere inoltre dotato di apposita marchiatura che identifichi il produttore della rete o del traliccio stesso.

La marchiatura di identificazione può essere anche costituita da sigilli o etichettature metalliche indelebili con indicati tutti i dati necessari per la corretta identificazione del prodotto, ovvero da

marchiatura supplementare indelebile. In ogni caso la marchiatura deve essere identificabile in modo permanente anche dopo annegamento nel calcestruzzo.

Laddove non fosse possibile tecnicamente applicare su ogni pannello o traliccio la marchiatura secondo le modalità sopra indicate, dovrà essere comunque apposta su ogni pacco di reti o tralicci un'apposita etichettatura con indicati tutti i dati necessari per la corretta identificazione del prodotto e del produttore; in questo caso il Direttore dei Lavori, al momento dell'accettazione della fornitura in cantiere deve verificare la presenza della predetta etichettatura.

Nel caso di reti e tralicci formati con elementi base prodotti nello stesso stabilimento, ovvero in stabilimenti del medesimo produttore, la marchiatura del prodotto finito può coincidere con la marchiatura dell'elemento base, alla quale può essere aggiunto un segno di riconoscimento di ogni singolo stabilimento.

4.3 Fibre metalliche per il confezionamento di calcestruzzo fibrorinforzato

In caso di utilizzo di calcestruzzo fibrorinforzato su ordine della Direzione Lavori, dovranno essere rispettate le seguenti specifiche.

Le fibre metalliche sono realizzate in filo di acciaio zincato, con le estremità ripiegate.

La lunghezza delle fibre, scelta in funzione dell'opera da realizzare, sarà di 60 mm.

La minima resistenza a trazione dell'acciaio delle fibre è di 1200 N/mm^2.

Le fibre sono incollate tra di loro in piccoli pacchetti in modo da renderne più agevole la movimentazione e di assicurare una distribuzione uniforme nell'impasto del calcestruzzo.

Le fibre sono aggiunte (in ragione di 60 kg/min come massimo) all'impasto del calcestruzzo insieme alla sabbia ed agli aggregati o come ultimo componente della miscela; non devono mai essere messe nella betoniera come primo componente.

La lavorazione del calcestruzzo continuerà fino alla completa separazione delle fibre di acciaio l'una dalle altre.

Dopo l'aggiunta delle fibre si dovrà continuare la lavorazione per 4÷5 minuti.

Il dosaggio delle fibre dipenderà dal diametro massimo degli aggregati e dal modo di posa del calcestruzzo (getto o pompa).

4.3.1 Controllo della qualità di fibre presenti nell'impasto

Verrà prelevato un campione di 10 litri di impasto e da questo verranno estratte le fibre metalliche usando un magnete.

Le fibre verranno in seguito lavate, asciugate e pesate: è ammesso che il peso differisca del 20% da quello di progetto.

5 SOTTOFONDI

5.1 Generalità

Tutti i sottofondi saranno eseguiti in calcestruzzo classe D nel caso di sottofondi per impermeabilizzazioni, di spessore indicato nei disegni o richiesto dalla Direzione Lavori. La superficie del sottofondo sarà perfettamente a livello secondo le linee e le pendenze richieste: sarà liscia ed uniforme.

A richiesta della Direzione Lavori la pendenza sarà ottenuta direttamente con la gettata del solaio di appoggio.

Sotto il calcestruzzo sono previsti sottofondi in ghiaia con caratteristiche idonee, come indicato in progetto.

5.2 Sottofondi per impermeabilizzazioni

Il magrone di appoggio per la impermeabilizzazione sarà eseguito in calcestruzzo classe D dello spessore indicato nei disegni costruttivi o richiesto dalla Direzione Lavori, opportunamente arricchito in superficie da uno strato di 1÷1,5 cm di malta a 400 kg di cemento e tirato a frattazzo lungo, onde ottenere una superficie di appoggio liscia ed uniforme come già più sopra menzionato.

6 CAMERETTE

I pozzetti di raccordo semplici o sifonati, i pozzetti stradali, le camerette di ispezione, saranno in calcestruzzo semplice o armato delle dimensioni e della classe di calcestruzzo indicata nei disegni di progetto o descritte dalla Direzione Lavori.

I calcestruzzi devono essere prodotti con un contenuto di materiale riciclato (sul secco) di almeno il 5% sul peso del prodotto (inteso come somma delle singole componenti). Al fine del calcolo della massa di materiale riciclato va considerata la quantità che rimane effettivamente nel prodotto finale.

Tutti i manufatti dovranno corrispondere ai disegni di progetto o a quelli delle ditte costruttrici, preventivamente approvati dalla Direzione Lavori.

In fase di approvvigionamento l'appaltatore dovrà accertarsi della rispondenza al criterio. La percentuale di materia riciclata deve essere dimostrata tramite una delle seguenti opzioni:

- una dichiarazione ambientale di Prodotto di Tipo III (EPD), conforme alla norma UNI EN 15804 e alla norma ISO 14025, come EPDItaly© o equivalenti;
- una certificazione di prodotto rilasciata da un organismo di valutazione della conformità che attesti il contenuto di riciclato attraverso l'esplicitazione del bilancio di massa, come ReMade inItaly® o equivalenti;
- una certificazione di prodotto rilasciata da un organismo di valutazione della conformità che attesti il contenuto di riciclato attraverso l'esplicitazione del bilancio di massa che consiste nella verifica di una dichiarazione ambientale autodichiarata, conforme alla norma ISO 14021.

6.1 Camerette

Le camerette d'ispezione per saracinesche, scarichi, sfiati, collegamenti e diramazioni, verranno in genere gettate in opera; saranno armate in base alle specifiche sollecitazioni e munite di camino di accesso dalla superficie.

Il fondo delle camerette dove il livello della falda idrica superficiale lo consenta, verrà realizzato con uno strato di ghiaia che permetta il disperdimento delle acque accidentalmente fuoriuscite dalle apparecchiature installate in cameretta.

L'innesto del condotto nelle camerette dovrà essere eseguito secondo le modalità indicate nei disegni di progetto specie nel caso che queste debbano fungere da blocco di ancoraggio.

6.2 Manufatti prefabbricati in c.a.

6.2.1 Generalità

Si precisa quanto segue:

- Nei prefabbricati in conglomerato cementizio armato, i ferri devono essere coperti da almeno 15 mm di calcestruzzo.
- I prefabbricati, anche quelli uniti a parti in ghisa, non possono essere trasportati prima d'aver raggiunto un sufficiente indurimento.
- Il conglomerato cementizio impiegato nella confezione dei prefabbricati dovrà presentare, dopo una maturazione di 28 giorni, una resistenza caratteristica pari a:
  - 200 kg/cm^2 per i manufatti da porre in opera all'esterno delle carreggiate stradali;

- 400 kg/cm^2 per i manufatti sollecitati da carichi stradali (parti in conglomerato di chiusini di camerette, anelli dei torrini d'accesso, pezzi di copertura dei pozzetti per la raccolta delle acque stradali, ecc.).

- Gli elementi prefabbricati debbono essere impermeabili all'acqua.
- Gli elementi prefabbricati non devono presentare alcun danneggiamento che ne diminuisca la possibilità d'impiego, la resistenza o la durata.
- La Direzione Lavori si riserva di subordinare l'accettazione del materiale all'effettuazione di tutte quelle prove che riterrà opportune.
- Gli elementi prefabbricati in calcestruzzo utilizzati nell'opera devono avere un contenuto totale di almeno il 5% in peso di materie riciclate, e/o recuperate, e/o di sottoprodotti.
- In fase di approvvigionamento l'appaltatore dovrà accertarsi della rispondenza al criterio. La percentuale di materia riciclata deve essere dimostrata tramite una delle seguenti opzioni:
- una dichiarazione ambientale di Prodotto di Tipo III (EPD), conforme alla norma UNI EN 15804 e alla norma ISO 14025, come EPDItaly© o equivalenti;
- una certificazione di prodotto rilasciata da un organismo di valutazione della conformità che attesti il contenuto di riciclato attraverso l'esplicitazione del bilancio di massa, come ReMade in Italy® o equivalenti;
- una certificazione di prodotto rilasciata da un organismo di valutazione della conformità che attesti il contenuto di riciclato attraverso l'esplicitazione del bilancio di massa che consiste nella verifica di una dichiarazione ambientale autodichiarata, conforme alla norma ISO 14021.

Qualora l'azienda produttrice non fosse in possesso delle certificazioni richiamate ai punti precedenti, é ammesso presentare un rapporto di ispezione rilasciato da un organismo di ispezione, in conformità alla ISO/IEC 17020:2012, che attesti il contenuto di materia recuperata o riciclata nel prodotto. In questo caso é necessario procedere ad un'attività ispettiva durante l'esecuzione delle opere. Tale documentazione dovrà essere presentata alla stazione appaltante in fase di esecuzione dei lavori, nelle modalità indicate nel relativo capitolato.

6.2.2 Posa in opera

La posa in opera dei manufatti prefabbricati in conglomerato cementizio dovrà essere attuata a perfetta regola d'arte e secondo le disposizioni della D.L.

In particolare, i pozzetti prefabbricati saranno posati in opera su sottofondo in calcestruzzo a 2 q.li di cemento; la superficie superiore del sottofondo dovrà essere perfettamente orizzontale ed a quota idonea a garantire l'esatta collocazione altimetrica del manufatto rispetto alla pavimentazione stradale.

I giunti di collegamento dei singoli elementi prefabbricati dovranno essere perfettamente sigillati sia all'interno che all'esterno con malta cementizia.

Nella posa dell'elemento contenente la luce del tubo si avrà cura di angolare esattamente l'asse di questa rispetto alla fognatura in modo che il condotto possa inserirsi nel pozzetto senza curve o deviazioni.

Per consentire la compensazione di eventuali differenze altimetriche l'elemento di copertura dovrà essere posato su anelli di conguaglio dello spessore occorrente.

Lo scavo dovrà avere le dimensioni tali da consentire una perfetta installazione del pozzetto e l'esecuzione delle sigillature dei giunti anche all'esterno.

6.3 Scalette

Scale di accesso ai manufatti in acciaio inox AISI 304 con corrimano estraibile per lo sbarco operatore.

6.4 Chiusini

Fornitura e posa di chiusino in ghisa sferoidale, classe di carrabilità e luce netta di accesso secondo quanto indicato nei disegni di progetto, conforme alla norma UNI EN 124 e s.m.i. ("Dispositivi di coronamento e di chiusura per zone di circolazione utilizzate da pedoni e da veicoli"), costituito da:

- telaio di forma rotonda, quadrata o rettangolare sia alla base che alla sommità munito di adeguata aletta perimetrale esterna continua sui quattro lati, arrotondato agli angoli, di larghezza non inferiore a 35 mm per ottenere una miglior base di appoggio e consentire un miglior ancoraggio alla fondazione;
- battuta interna sagomata ad U;
- guarnizione in elastomero antirumore ed antibasculamento incassata in apposita gola semicircolare;
- vani cerniera a fondo chiuso con sistema di bloccaggio dei coperchi in posizione di apertura a 110° per gli elementi circolari;
- sedi per l'alloggiamento dei sistemi di chiusura;

- coperchio di forma rispondente agli elaborati di progetto, munito di rilievi antisdrucciolo, asole a fondo chiuso idonee per le chiavi di sollevamento, sistema di chiusura realizzato mediante chiavistello rotante bullonato, appendici idonee all'articolazione del coperchio al telaio nei vani cerniera senza impedirne l'estraibilità.

Inoltre tutti i coperchi ed i telai dovranno riportare:

- la sigla EN 124;
- la classe di resistenza;
- il marchio del produttore ed il luogo di fabbricazione in codice;
- il marchio di un ente di certificazione terzo.

Il chiusino dovrà essere solidamente appoggiato ed ancorato alle strutture in calcestruzzo, posizionato in quota e perfettamente complanare rispetto al piano; la posa dei chiusini dovrà precedere le attività di ripristino della pavimentazione.

L'Impresa dovrà produrre alla Direzione dei lavori i certificati forniti dal produttore attestanti la conformità del materiale posato alle normative vigenti, nonché la rispondenza alla classe di carico prevista in progetto. Eventuali chiusini non conformi alle normative vigenti, anche se già posti in opera, dovranno essere rimossi ed allontanati dal cantiere a cura e spese dell'Impresa.

7 PAVIMENTAZIONI

7.1 Opere preparatorie

Prima della realizzazione delle opere di pavimentazione necessarie alla formazione di percorsi e zone pavimentate, l'Impresa è tenuta alla predisposizione delle seguenti operazioni:

- picchettazione dell'andamento plano altimetrico dei cordoli;
- picchettazione delle aree da pavimentare con delimitazione dei confini delle diverse tipologie di pavimentazioni.

I capisaldi, i picchetti o le livellette successive danneggiate o rimosse dovranno essere immediatamente ripristinati a cura e spese dell'Impresa.

I risultati della picchettazione saranno riportati su appositi elaborati che dovranno essere approvati dalla D.LL.; una copia di tali elaborati dovrà essere consegnata alla Committenza, una alla D.LL., ed una terza verrà conservata in cantiere.

Durante la verifica da parte della D.LL. o della Committenza dei risultati dei rilievi, l'Impresa è tenuta a mettere a disposizione il personale ed i mezzi necessari.

Per la realizzazione delle quote altimetriche è ammesso un errore massimo di cm 2 rispetto alle quote della pavimentazione sul 10% degli elementi controllati e di cm 1 rispetto alle quote della pavimentazione sul 20% degli elementi controllati.

La tolleranza ammessa per le opere di pavimentazione è di cm 5 rispetto alle posizioni planimetriche riportate per il 10% dei punti controllati, di cm 2 rispetto alle posizioni planimetriche riportate per il 30% dei punti controllati e di cm 0 rispetto alle posizioni planimetriche riportate per il restante 60% degli dei punti; per le quote altimetriche è ammesso un errore massimo di cm 5 rispetto alle quote di progetto o successive modificazioni da parte della D.LL. sul 10% degli elementi controllati e di cm 2 rispetto alle quote di cui sopra.

Non sono ammessi andamenti non rettilinei o avvallamenti nelle aree pavimentate.

Al momento della verifica delle tolleranze di errore dell'esecuzione dei lavori, l'Impresa può richiedere un ampliamento del numero di campioni utilizzati per il calcolo.

7.2 Pavimentazione in terra battuta

Le strade in terra battuta sono tradizionalmente confezionate mediante la miscelazione del terreno in sito o inerte di cava terroso, con leganti inorganici, composti stabilizzanti ecocompatibili e acqua con successiva posa in opera e compattazione.

Analisi preliminari

Per la buona riuscita dell'opera è necessario che vengano condotte adeguate analisi preliminari, la varietà degli aggregati terrosi presenti in situ o provenienti da cava, di volta in volta utilizzati comporta, a pavimentazione eseguita, risultati differenti sia sotto profilo estetico che sotto profilo tecnico-prestazionale.

È importante che si consideri il contesto nel quale si intende realizzare l'opera e la sua destinazione d'uso. Le analisi preliminari e gli studi specifici difatti rappresentano un'importante fase propedeutica finalizzata alla corretta esecuzione e dimensionamento dell'opera da realizzare.

Le indagini preliminari si suddividono in due fasi distinte:

Fase I: Finalizzata allo studio del progetto, all'analisi delle caratteristiche dei rilevati e delle fondazioni stradali esistenti, alla raccolta di documentazione tecnico-analitica eventualmente disponibile.

Fase II: Finalizzata all'analisi delle caratteristiche degli aggregati, alla progettazione della miscela ottimale, al corretto dimensionamento della struttura, allo studio delle modalità idonee di realizzazione dell'opera.

Stabilizzazione del terreno in situ con fresa frangiassi

Nel caso in cui si utilizzi il terreno presente in situ, lo stesso dovrà essere lavorato riducendo il diametro dell'aggregato, sassi e pietre, alla dimensione massima ottimale di 16-20 mm, con presenza di terreno vegetale e un contenuto di limi e argille inferiore al 5%.

Le fasi lavorative prevedono:

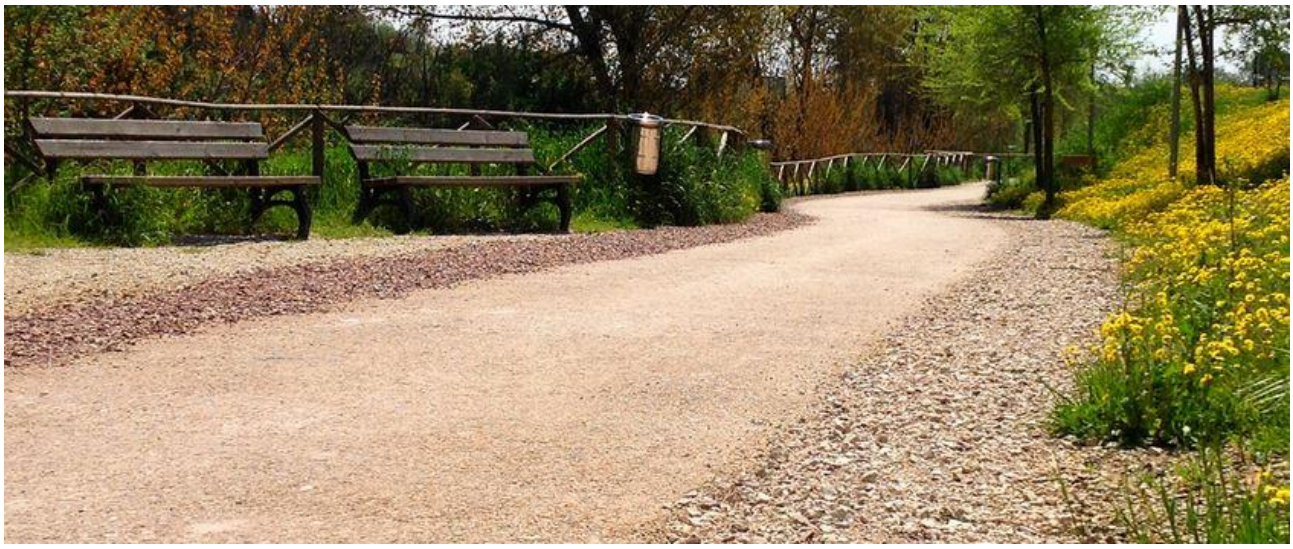
Partendo dallo strato più profondo, una volta effettuato lo scavo bisogna preparare il terreno esistente compattandolo. Lo strato intermedio è costituito da un sottofondo di mista compattata dalla pezzatura variabile tra i 6\32 mm. Lo stato superficiale chiude la lavorazione tramite una finitura superficiale con graniglia calcarea mista a sabbia prelevata da terreno in sito della pezzatura da 1/5 mm.

• La fresatura del terreno in situ avviene con specifica macchina operatrice tipo "frangiassi".

• La compattazione dei vari livelli avviene tramite rullatura con mezzo compattatore di idoneo peso.

• La sistemazione delle pendenze con il Grader, uno strumento che viene utilizzato nella lavorazione delle strade e che tramite un braccio meccanico consente di lavorare le superfici rendendole piatte.

Nel caso si rendesse necessaria la stabilizzazione della terra conseguentemente alle analisi effettuate le fasi lavorative vengono integrate con la distribuzione del legante, composto aggiuntivo naturale da addizionare a miscele confezionate con terreno naturale o stabilizzati di cava e leganti idraulici sullo strato da stabilizzare. La successiva fresatura si rende necessaria perché consente la miscelazione della terra con il legante. Infine, l'irrorazione della soluzione acquosa stabilizzante, da determinarsi tramite specifica prova di laboratorio.



7.3 Pavimentazione in cls spazzolato

Pavimentazione monolitica decorata in conglomerato cementizio, realizzata con calcestruzzo preconfezionato classe C 16/20, fibro rinforzato, armato con rete elettrosaldata. Compreso il trattamento superficiale con indurente composto da estratti di quarzo silice, cemento, ossidi di ferro sintetici e naturali resistenti ai raggi U.V., la modellazione superficiale con stampi, la sigillatura finale con resina trasparente, la formazione dei giunti, le assistenze murarie. Le caratteristiche del sottofondo sono le stesse di una pavimentazione in cemento gettata in opera, il sottofondo compattato in spaccato di cava dalla granulometria variabile 0-120mm per uno spessore di 40cm.



7.4 Pavimentazione in selciatone e sassi di fiume



Pavimentazione in selciatone con pietre di fiume realizzata con un insieme di elementi lapidei totalmente irregolari e disomogenei sistemati senza seguire un preciso disegno così da rendere il piano di calpestio superficialmente e cromaticamente simile alle pavimentazioni dell'alveo dei fiumi. La pavimentazione sarà formata da massi di fiume in pietra di dimensioni varie (dimensioni medie 80x50 cm), affioranti per 5-15cm dalla stratigrafia di allettamento. Fughe tra massi di dimensioni variabili min. 10 cm. Posati su strato di allettamento impermeabile in terra ad alta percentuale di argilla. Al di sotto dello strato di allettamento è posto un sottofondo in spaccato di cava dallo spessore minimo di 20 cm.

7.5 Stratigrafia vasca permanente

A partire dal fondo dello scavo della vasca permanente si dovrà procedere dopo il compattamento del fondo con la stesa di uno strato di sabbia riciclata con uno spessore di cm 10 sul quale andrà posato un feltro in TNT da 400 gr/mq.

A questo punto potrà essere steso lo strato impermeabile in EPDM dello spessore di 1,5 mm.

Infine, nelle zone dove sono previsti il muro perimetrale, il muro di contenimento dell'area di fitodepurazione, l'area di fitodepurazione e nel margine a limitata profondità verrà steso un ulteriore feltro da 400 gr/mq a protezione dell'EPDM.

7.5.1 Telo in EPDM

Telo in gomma per laghetti altamente resistente. Atossico-certificato "Fish Friendly" per piante e pesci, e per acqua potabile. Resistente ai raggi UV, all'ozono e al punzonamento delle radici. Estremamente elastico e resistente a temperature sino a - 48°C. Colore nero. sp. mm 1.5

7.6 Stratigrafia fitodepurazione vasca permanente

A partire dal fondo sarà steso uno strato di sabbia compattata di 15 cm, steso un telo in EPDM compreso tra due strati di tessuto non tessuto. A seguire uno strato di 52 cm di ciotoli di dimensione 4\6 cm, un TNT da 300\400 gr\mq di separazione, 70 cm di ciotoli dimensione 4\6 cm e uno strato finale di sabbia di 20 cm.

7.6.1 Contenimento area di fitodepurazione

Il muro di contenimento del bordo della vasca permanente e di separazione fra la vasca e la fitodepurazione sarà realizzato con massi ciclopici di pietra di PRUM o simile opportunamente cementati.

7.7 Trincea drenante

La trincea drenante è costituita da uno scavo in trincea, a sezione rettangolare, riempito con materiale inerte naturale ghiaioso pezzatura inferiore 12-20 mm, superiore 6-12 mm, ad elevata permeabilità. L'acqua infiltrata dalle caditoie lineari viene trasportata lungo la trincea attraverso il materiale di riempimento e utilizzando una tubazione drenante DN200 collocata alla base della trincea. Per evitare l'intasamento del corpo drenante da parti fini, lo scavo sarà interamente rivestito da strato di geotessuto.

8 OPERE IN PIETRA

8.1 Scogliere, Massi ciclopici

Realizzazione di scogliera decorativa, al lato della piattaforma della vasca permanente e in prossimità della scalinata di accesso al bacino, in blocchi di pietra granitica per scogliere, di volume singolo non inferiore a 1/4 di mc, disposti in opera secondo le indicazioni di progetto e tali da costituire un elemento caratterizzante del progetto.



9 OPERE A VERDE

9.1 Aree in piena terra

9.1.1 Scavi e riporti

Prima di effettuare i riporti, l'Impresa è tenuta alla predisposizione delle seguenti operazioni:

• livellazione di precisione per la predisposizione dei capisaldi locali di quota a cui fare riferimento per i successivi rilievi plano altimetrici;

• rilievo plano altimetrico dell'area, basandosi sui capisaldi precedentemente stabiliti e rilevati;

• picchettazione degli scavi e riporti, o individuazione delle livellette successive, nella quantità minima di 1 picchetto ogni 200 metri quadrati o di una successione di livellette ogni 50 metri.

Ogni picchetto dovrà essere numerato ed essere riferito a punti inamovibili per poterne ricostruire la posizione in caso di danneggiamento o manomissione. I capisaldi, i picchetti o le livellette successive danneggiati o rimossi dovranno essere immediatamente ripristinati a cura e spese dell'Impresa.

I risultati dei rilievi e della picchettazione saranno riportati su appositi elaborati che dovranno essere approvati dalla D.L.; una copia di tali elaborati dovrà essere consegnata alla Committenza, una alla D.LL., ed una terza verrà conservata in cantiere.

Durante la verifica da parte della D.L. o della Committenza dei risultati dei rilievi, l'Impresa è tenuta a mettere a disposizione il personale ed i mezzi necessari.

La tolleranza ammessa per il riporto di terra di coltivo è di cm 10 rispetto alle quote riportate per il 10% dei punti rilevati, di cm 5 rispetto alle quote riportate per il 30% dei punti rilevati e di cm 0 rispetto alle quote riportate per il restante 60% dei punti rilevati.

Il livello da cui considerare le operazioni di riporto si attesta a -20 cm dal livello del finito della pavimentazione e saranno da tenere in considerazione gli scavi per le buche d'impianto degli alberi, che andranno maggiormente in profondità in base a quanto specificato negli elaborati. Il riporto andrà conseguito con terra di coltivo nello spessore di 20 cm e con terriccio.

9.1.2 Terra di coltivo

La terra di coltivo da utilizzare per il riporto dovrà provenire da aree a destinazione agraria ed essere sottoposta all'approvazione della D.LL., che potrà richiedere anche le eventuali analisi da parte di un laboratorio di comprovata affidabilità tecnica.

La terra di coltivo dovrà essere priva di pietre, tronchi, rami, radici e loro parti che possano ostacolare le lavorazioni agronomiche del terreno dopo la messa in opera. La quantità di sostanza organica dovrà essere compresa tra 1% e 5%, il rapporto C/N dovrà essere compreso tra 7,5 e 13 e il pH (misurato in H2O) dovrà essere compreso tra 5,5 e 7,5.

La quantità di scheletro con diametro maggiore a mm 2 non dovrà eccedere il 10% del peso totale e dovranno essere assenti ciottoli con diametro superiore a cm 4.

La terra di coltivo dovrà essere impiegata per realizzare uno strato di 20 cm al di sopra del substrato e per le buche di impianto di alberature e arbusti.

9.1.3 Materiali vegetali

I materiali vegetali sono specificati negli elaborati delle opere a verde. Al momento della fornitura, l'Impresa, nel sottoporre il materiale all'approvazione della Committenza, dovrà fornire una certificazione, da parte del produttore riguardante la corrispondenza dei prodotti alle normative vigenti e le prove di controllo qualità a cui sono stati sottoposti.

L'Impresa al momento della firma del contratto avrà l'obbligo di dichiarare la provenienza del materiale vegetale; questa dovrà essere accertata dalla D.L., la quale, comunque, si riserverà la facoltà di effettuare visite ai vivai sia per scegliere le piante (di migliore aspetto o comunque idonee per i lavori da realizzare) sia per scartare quelle che presenteranno eventuali difetti o tare di qualsiasi genere. L'impresa - dovrà in accordo con la D.L. - programmare, a seconda del periodo di inizio lavori, la messa a dimora del materiale vegetale in modo che i vivai possano mettere in produzione per tempo le quantità e le misure necessarie del materiale stesso previsto dal progetto.

La D.L. e la Committenza si riservano di modificare - per sopravvenute esigenze – la tipologia del materiale vegetale in fase di realizzazione dell'opera senza che l'appaltatore possa effettuare riserve.

Tutto il materiale vegetale dovrà rispettare le seguenti norme di Legge:

- Legge n° 269 del 22.05.1973, Disciplina della produzione e della commercializzazione di sementi e di piante da rimboschimento e successive modifiche e integrazioni;
- D.Lgs n° 536 del 30.12.1992, Attuazione della direttiva 91/683/CEE concernente le misure di protezione contro l'introduzione negli Stati membri di organismi nocivi ai vegetali e ai prodotti vegetali;
- D.M. 31.01.1996, Misure di protezione contro l'introduzione e la diffusione nel territorio della Repubblica Italiana di organismi nocivi ai vegetali o ai prodotti vegetali.
- D.Lgs. n° 151 del 19.05.2000 Attuazione della direttiva del 98/56/CE relativa alla commercializzazione dei materiali di moltiplicazione delle piante ornamentali;
- Decreto Ministeriale 9 agosto 2000 Recepimento delle direttive della Commissione n. 99/66/CE, n. 99/67/CE, n. 99/68/CE e n. 99/69/CE del 28 giugno 1999, relative alle norme tecniche sulla commercializzazione dei materiali di moltiplicazione delle piante ornamentali, in applicazione del D.Lgs. 19 maggio 2000, n. 151.

La fonte di approvvigionamento del materiale vegetale stesso dovrà pertanto essere valutata preventivamente da parte della D.L. e della stessa approvata prima della fornitura. L'orientamento cardinale delle piante dovrà rispettare e mantenere quello assunto in vivaio.

9.1.4 Alberi

Tutti gli alberi dovranno essere forniti secondo le specifiche indicazioni degli elaborati di progetto.

- *Acer platanoides*
- *Tilia europea*
- *Tilia platyphyllos*
- *Ulmus minor*
- *Fraxinus excelsior*
- *Populus nigra italica*
- *Salix alba*

- *Salix caprea*
- *Salix babylonica*
- *Sorbus aria*
- *Viburnum opulus*
- *Prunus padus*
- *Prunus avium*

L'Impresa avrà l'obbligo di dichiarare la provenienza degli alberi; questa dovrà essere accertata dalla D.L., la quale, comunque, si riserverà la facoltà di effettuare visite ai vivai sia per scegliere le piante (di migliore aspetto o comunque idonee per i lavori da realizzare) sia per scartare quelle che presenteranno eventuali difetti o tare di qualsiasi genere.

La D.L. avrà quindi il diritto, a proprio insindacabile giudizio, sia di respingere piante non adatte sia di accettare la fornitura con riserva evidenziandone gli eventuali difetti.

L'Impresa dovrà sostituire a proprie spese le piante morte o sofferenti entro la prima stagione vegetativa successiva all'impianto nonché sostituire, anche successivamente. Su richiesta della D.L. dovrà essere fornito il passaporto fitosanitario come previsto da normativa vigente.

In ogni caso l'Impresa dovrà fornire le piante esenti da malattie, parassiti e deformazioni, corrispondenti, per specie, cultivar, caratteristiche e dimensioni (proiezione, densità, forma della chioma ecc.), alle specifiche del computo metrico estimativo e degli elaborati progettuali, scartando quelle con portamento stentato, irregolare o difettoso.

La parte aerea delle piante dovrà avere portamento e forma regolari, presentare uno sviluppo robusto, non "filato", che non dimostri una crescita troppo rapida o stentata. Gli alberi dovranno avere il tronco nudo, diritto, senza ramificazioni per l'altezza di impalcatura richiesta, nonché privo di deformazioni, ferite, cicatrici o segni conseguenti ad urti, grandine, scorticamenti, legature ed ustioni da sole; essi dovranno essere esenti da attacchi di insetti, malattie crittogamiche o virus; dovranno presentare una chioma ben ramificata, equilibrata ed uniforme. La chioma, salvo quando diversamente richiesto, dovrà essere ben ramificata ed equilibrata per simmetria e distribuzione, all'interno della stessa, delle branche principali e secondarie.

Gli alberi dovranno corrispondere alle richieste del progetto e del computo metrico estimativo secondo quanto segue:

- altezza dell'albero: distanza che intercorre fra il colletto e il punto più alto della chioma;

- altezza di impalcatura: distanza intercorrente fra il colletto e il punto di emergenza del ramo maestro più basso (tale misura è pari a m 2,20 salvo diversa indicazione esplicitamente riportata);
- circonferenza del fusto: misura rilevata ad un metro dal colletto (tale misura dovrà corrispondere a quella indicata dal progetto);
- diametro della chioma: misura rilevata a due terzi dell'altezza.

Per gli alberi innestati dovranno essere specificati i portainnesti e l'altezza del punto d'innesto, il quale non dovrà presentare sintomi di dis affinità. In linea di massima, gli alberi dovranno essere forniti in zolla (pane di terra), o, su richiesta dell'impresa sarà possibile utilizzare alberi in contenitore senza con ciò poter aver diritto ad alcun maggior compenso. I contenitori (vasi, mastelli di legno o di plastica, reti ecc.) dovranno essere proporzionati alle dimensioni delle piante contenute.

Le zolle dovranno essere ben imballate con un apposito involucro rinforzato (in juta, paglia, teli di plastica ecc.). Per le piante che superino i 3-4 metri di altezza, l'involucro di imballaggio sarà realizzato con rete metallica, oppure con pellicola di plastica porosa o altro metodo equivalente.

Qualora le piante vengano fornite in contenitore, le radici dovranno risultare pienamente compenetrate nel terriccio, senza fuoriuscirne. L'apparato radicale dovrà comunque presentarsi sempre ben accestito, ricco di piccole ramificazioni e di radici capillari fresche e sane. Le piante dovranno aver subito i necessari trapianti in vivaio, di cui l'ultimo sarà stato effettuato da almeno un anno o al massimo da non più di due.

Al momento della fornitura, l'Impresa nel sottoporre il materiale da fornire all'approvazione della Committenza dovrà fornire una certificazione da parte del produttore riguardante la corrispondenza dei prodotti alle normative vigenti nonché le prove di controllo qualità a cui sono stati sottoposti.

9.1.5 Messa a dimora di alberi

Le piante dovranno essere conferite in cantiere solo al momento della loro messa a dimora. Le piante dovranno essere impiantate separatamente per specie e dimensione. Ciascuna pianta dovrà essere collocata in una buca appositamente predisposta, con il pane completamente circondato da terra soffice. Negli impianti invernali, le piante più sensibili al freddo dovranno essere provviste di una copertura con sostanze quali paglia o ramaglie. Il controllo e la manutenzione dovranno essere

continui. Parassiti e malattie dovranno essere combattuti subito dopo la loro comparsa. Il suolo o substrato dovrà avere una struttura sciolta, eventualmente migliorata.

Le piante a foglia caduca in zolla potranno essere impiantate solo nel periodo di riposo vegetativo (dal primo autunno alla primavera escludendo i periodi di gelo), se in contenitore, invece, potranno essere trapiantate in qualsiasi periodo dell'anno, ad esclusione dei mesi estivi (giugno-luglio-agosto).

Prima della messa a dimora delle piante e dopo la lavorazione del suolo, sulla base dei disegni di progetto, l'Impresa dovrà realizzare la picchettatura delle piante isolate e delle aree omogenee di piantagione, ottenendone l'approvazione da parte della D.L..

Nello scavo la terra di coltivo dovrà essere separata dall'altra terra o substrato ed inserita successivamente nell'ambito delle radici principali delle piante. Nel caso in cui il terreno di base non sia sufficientemente permeabile, si dovranno adottare adeguate misure per impedire la formazione di ristagni. In ogni caso, assestatosi il terreno, le piante non dovranno presentare radici allo scoperto, oppure interrate oltre il livello del colletto. Le radici delle piante, dopo aver asportato le parti danneggiate, dovranno essere inserite nella loro posizione naturale, non curvate o piegate.

Per evitare i danni al colletto dei soggetti arborei eventualmente provocati in fase di manutenzione del tappeto erboso, il colletto dei soggetti arborei sarà protetto con un collarino realizzato con spezzone di almeno 30 cm di tubazione corrugata di diam. 120/160 opportunamente posizionata.

La terra di coltivo introdotta dovrà essere uniformemente costipata, in modo che non rimangano spazi vuoti attorno alle radici. Nelle buche non si dovrà introdurre né terra gelata né neve.

Con piante in zolla, il tessuto di protezione della zolla dovrà essere asportato dopo l'inserimento della pianta nella buca.

Le piante di maggiori dimensioni dovranno essere orientate con la medesima esposizione al sole che avevano nella stazione di provenienza.

I tagli per le potature e per l'eliminazione dei rami secchi, spezzati o malformati, dovranno essere eseguiti con strumenti adatti, ben taglienti e puliti.

In ogni caso, le parti aeree delle piante danneggiate dovranno essere asportate con tagli netti.

Le superfici di taglio con diametro superiore a 2 cm dovranno essere spalmate con un mastice caratterizzato da aggiunta di fungicida a giudizio della D.LL.

Dopo l'impianto, in cui è prevista una bagnatura iniziale con litri 150-200, si dovrà innaffiare ogni pianta con i seguenti quantitativi d'acqua:

- piante arboree forestali fino a 100cm di altezza: 3litri\giorno;
- piante arboree fino a 200 cm di altezza: da 5 a 15 litri/giorno;
- piante arboree oltre 200 cm di altezza: da 20 a 50 litri/giorno.

Per l'irrigazione e per favorire la cattura delle acque di pioggia, si dovrà realizzare un'apposita conca poco profonda attorno alla pianta.

Le pietre ed i rifiuti, le parti vegetali decomponibili e le malerbe eventualmente emerse nelle operazioni dovranno essere allontanate. Si dovrà tuttavia avere cura di conservare le conche attorno alle piante.

La localizzazione delle specie viene evidenziata dagli elaborati grafici.

9.1.6 Arbusti

Tutti gli arbusti dovranno essere forniti secondo le specifiche indicazioni degli elaborati di progetto

- *Cornus mas*
- *Cornus sanguinea*
- *Coryllus avellana*
- *Crataegus monogyna*
- *Euonimus europeanus*
- *Ligustrum vulgare*
- *Sambucus nigra*
- *Osmanthus x burwoodill*
- *Hydrangea quercifolia*
- *Viburnum lantana*
- *Salvia nemorosa*

L'impresa avrà l'obbligo di dichiarare la provenienza degli arbusti; questa dovrà essere accertata dalla D.L., la quale, comunque, si riserverà la facoltà di effettuare visite ai vivai sia per scegliere le piante (di migliore aspetto o comunque idonee per i lavori da realizzare) sia per scartare quelle che presenteranno eventuali difetti o tare di qualsiasi genere.

La D.L. avrà quindi il diritto, a proprio insindacabile giudizio, sia di respingere piante non adatte sia di accettare la fornitura con riserva evidenziandone gli eventuali difetti.

L'Impresa dovrà sostituire a proprie spese le piante morte o sofferenti entro la prima stagione vegetativa successiva all'impianto nonché sostituire, anche successivamente, le piante in relazione a difetti di forniture o di manutenzione evidenziati per iscritto dalla D.L.

Su richiesta della D.L. dovrà essere fornito il passaporto fitosanitario, come previsto da normativa vigente.

In ogni caso l'Impresa dovrà fornire le piante esenti da malattie, parassiti e deformazioni, corrispondenti, per specie, cultivar caratteristiche e dimensioni (proiezione, densità, forma della chioma ecc.), al computo metrico estimativo e degli elaborati progettuali, scartando quelle con portamento stentato, irregolare o difettoso.

La parte aerea delle piante dovrà avere portamento e forma regolari, presentare uno sviluppo robusto, non "filato", che non dimostri una crescita troppo rapida o stentata.

Gli arbusti dovranno essere ramificati a partire dal terreno, con non meno di cinque ramificazioni ed avere l'altezza proporzionata al diametro della chioma.

L'apparato radicale dovrà essere ricco di piccole ramificazioni e di radici capillari. Le piante dovranno essere consegnate in contenitore o con pane di terra.

Al momento della fornitura, l'Impresa nel sottoporre il materiale da fornire all'approvazione della committenza dovrà fornire una certificazione da parte del produttore riguardante la corrispondenza dei prodotti alle normative vigenti nonché le prove di controllo qualità a cui sono stati sottoposti.

9.1.7 Messa a dimora di arbusti

Per la messa a dimora di arbusti risultano essere valide le norme generali descritte per l'impianto degli alberi. La buca d'impianto sarà, di 40 x 40 x 40 cm. I contenitori, se di tipo tradizionale (terracotta, plastica, ecc.), dovranno essere rimossi ed allontanati.

Dopo l'impianto (in cui è prevista una bagnatura iniziale con litri 20) si dovrà innaffiare ogni pianta con un quantitativo d'acqua da 1 a 3 litri/giorno. Per l'irrigazione e per favorire la cattura delle acque di pioggia, si dovrà realizzare un'apposita conca poco profonda attorno alla pianta.

La localizzazione delle specie e i sesti d'impianto vengono evidenziati negli elaborati grafici sopracitati.

9.1.8 Sementi (aree a prato)

Le sementi fornite dovranno essere di ottima qualità, in confezioni originali sigillate e munite di certificato di identità, con l'indicazione del grado di purezza e di germinabilità e data di scadenza e devono risultare certificate a norma di legge vigente.

I miscugli proposti potranno subire modifiche secondo le indicazioni della D.L:, che verificherà via via i risultati conseguiti durante lo svolgimento dei lavori.

Qualora il miscuglio delle sementi non fosse disponibile in commercio dovrà essere appositamente realizzata mediante miscelazione delle sementi componenti divise per qualità, e le percentuali devono essere calcolate sul numero indicativo di semi.

9.1.9 Specie acquatiche

Tutti le specie acquatiche dovranno essere fornite secondo le specifiche indicazioni degli elaborati di progetto.

- *Iris pseudacorus*
- *Juncus effusus*
- *Alisma plantago*
- *Carex riparia*
- *Acorus calamus*
- *Caltha palustris*
- *Lythrum virgatum*
- *Iris japonica*
- *Typha latifolia*
- *Nymphea alba*
- *Nymphea rustica*
- *Nuphar iutea*

L'impresa avrà l'obbligo di dichiarare la provenienza delle erbacee; questa dovrà essere accertata dalla D.L., la quale comunque, si riserverà la facoltà di effettuare visite ai vivai sia per scegliere le piante (di migliore aspetto o comunque idonee per i lavori da realizzare) sia per scartare quelle che presenteranno eventuali difetti o tare di qualsiasi genere.

La D.L. avrà quindi il diritto, a proprio insindacabile giudizio, sia di respingere piante non adatte sia di accettare la fornitura con riserva evidenziandone gli eventuali difetti.
L'Impresa dovrà sostituire a proprie spese le piante morte o sofferenti entro la prima stagione vegetativa successiva all'impianto nonché sostituire, anche successivamente, le piante in relazione a difetti di forniture o di manutenzione evidenziati per iscritto dalla D.L.
Su richiesta della D.L. dovrà essere fornito il passaporto fitosanitario, come previsto da normativa vigente. In ogni caso l'Impresa dovrà fornire le piante esenti da malattie, parassiti e deformazioni, corrispondenti, per specie, cultivar caratteristiche e dimensioni (proiezione, densità, forma della chioma ecc.), al computo metrico estimativo e degli elaborati progettuali, scartando quelle con portamento stentato, irregolare o difettoso.
Al momento della fornitura, l'Impresa nel sottoporre il materiale da fornire all'approvazione della committenza dovrà fornire una certificazione da parte del produttore riguardante la corrispondenza dei prodotti alle normative vigenti nonché le prove di controllo qualità a cui sono stati sottoposti.

9.1.10 Messa a dimora di specie acquatiche

Per la messa a dimora specie erbacee risultano essere valide le norme generali descritte per l'impianto degli arbusti. I contenitori dovranno essere rimossi ed allontanati. Dopo l'impianto si dovrà garantire il mantenimento del livello dell'acqua della vasca. La localizzazione delle specie e i sesti d'impianto vengono evidenziati negli elaborati grafici come da elenco elaborati.

9.1.11 Garanzie di attecchimento

Il periodo di garanzia viene fissato al termine del periodo di manutenzione per l'attecchimento degli impianti vegetali. Tale periodo decorre dalla data di sottoscrizione del verbale di ultimazione lavori delle opere.

Per attecchimento, di un albero o arbusto di nuovo impianto, si intenderà la ripresa vegetativa per almeno il 90% della parte epigea, senza il manifestarsi di fenomeni di essiccazione prematura di foglie, germogli e rami. Tutto il materiale vegetale dovrà avere una garanzia di sostituzione per tutto il periodo di attecchimento e comunque sino all'avvenuta ripresa vegetativa e sino all'approvazione dei documenti di collaudo: tale garanzia di sostituzione sarà valida per le piante morte e per le piante non attecchite. In caso di morte ripetuta delle piante, la sostituzione dovrà essere effettuata ogni

qualvolta necessaria, fino al definitivo attecchimento. In tal caso il deposito a garanzia sarà trattenuto dal Committente per tutto il periodo di garanzia a decorrere dall'ultima sostituzione e svincolato al termine di tale periodo (un anno dall'intervento di sostituzione). Saranno a carico dell'Impresa l'eliminazione ed allontanamento degli esemplari morti o malati (compresa la ceppaia), la fornitura dei nuovi soggetti e la loro messa a dimora. Per le superfici prative la garanzia avrà una durata variabile in funzione del periodo necessario alla nascita del prato. Andranno traseminate o riseminate le aree che la D.L. riterrà opportune per il mancato raggiungimento degli standard di copertura previsti. Alle forniture, messe a dimora e formazioni di prato effettuate per sostituzione si applicheranno le medesime condizioni di garanzia previste a partire dalla loro messa a dimora o formazione.

9.2 Materiali complementari alle opere a verde

9.2.1 Sistemi di ancoraggio degli alberi

Gli ancoraggi sono quei sistemi di supporto (tutori) che permettono di fissare al suolo le piante nella posizione corretta per lo sviluppo.Tutti gli alberi di nuovo impianto dovranno essere muniti di tutori. L'ancoraggio dovrà avere una struttura appropriata al tipo di pianta da sostenere e alla tipologia di substrato e capace di resistere alle sollecitazioni generate da agenti atmosferici, urti, atti vandalici o altro.

- Pali tutori: i pali dovranno essere di legno, diritti, scortecciati, appuntiti dal lato con il diametro maggiore e trattati con sostanze ad effetto imputrescibile (almeno per 1 m dal lato appuntito). I pali andranno conficcati nella buca della pianta prima della sua messa a dimora, per una profondità di 50-80 cm almeno, comunque al termine della piantagione dovranno essere piantati per oltre 50 cm nel terreno, utilizzando mezzi meccanici idonei (escavatore) o manuali.
- I tutori andranno conficcati nel terreno verticalmente in numero di uno se la pianta da sostenere è un arbusto o albero inferiore a 1,8 m di altezza, negli altri casi con 2-3 o 4 pali, per altezza e diametro (comunque mai inferiore a 5 cm) adeguati alle dimensioni della pianta da sostenere e legati solidamente tra loro con legature di colore marrone, verde o nero. I pali di sostegno, sia verticali che obliqui, devono essere posizionati nei confronti delle piante in modo da tenere conto della direzione del vento predominante. Le teste dei pali, dopo l'infissione, non devono presentare fenditure: in caso contrario, dovranno essere rifilate. I pali dovranno essere legati alle

piante in modo solidale per resistere alle sollecitazioni ambientali, pur consentendo un eventuale assestamento. Al fine di non provocare abrasioni o strozzature al fusto, le legature, dovranno essere realizzate per mezzo di collari speciali creati allo scopo o di adatto materiale elastico (guaine in gomma, nastri di plastica, ecc.…) oppure con funi o fettucce di fibra vegetale, ma mai con filo di ferro o materiale anelastico. Sia i tutori che le legature non dovranno mai essere a contatto diretto con il fusto, per evitare abrasioni. Dovrà essere sempre interposto un cuscinetto antifrizione (gomma o altro).

- Shelter e pali tutori in bambù per forestali: Verrà introdotto un elemento di protezione del fusto denominato shelter. Tale elemento sarà in policarbonato di altezza cm 55 per le piante forestali sviluppate (circ. tronco cm 10-12).

Esso andrà posizionato attorno al fusto delle piantine forestali, per proteggerle dai piccoli roditori, e dovrà garantire protezione alle piante nei primi due anni. Dovrà permettere, inoltre, con la propria colorazione, una facile individuazione delle piantine forestali durante le operazioni di sfalcio o di qualsiasi altra lavorazione. L'ancoraggio al terreno sarà garantito dall'utilizzo di un picchetto o una canna di bambù. L'Impresa, prima della messa a dimora, dovrà presentare i campioni di tali elementi alla D.LL.. Quest'ultima approverà ed indicherà lo shelter ritenuto più adeguato allo specifico utilizzo. Al momento dell'impianto a terra per le specie forestali è previsto l'uso di un biodisco pacciamante in materiale ligneo-cellulosico biodegradabile 40x40cm. Il biodisco verrà ancora con delle graffe metalliche.





9.2.2 Concimazioni preimpianto

Per la concimazione dovranno essere usati, secondo le indicazioni della D.L., fertilizzanti minerali e/o organici. I concimi minerali (semplici, composti, complessi ecc.) dovranno avere il titolo dichiarato ed essere forniti nell'involucro originale della fabbrica.

I concimi organici (letame, residui organici vari, ecc.) dovranno essere raccolti presso luoghi o fornitori autorizzati dalla D.L.. La torba dovrà essere della miglior qualità, acida, poco decomposta, confezionata in balle compresse e sigillate. Il concime dovrà essere somministrato immediatamente prima della realizzazione dei prati e della piantagione di essenze arboree o arbustive, sempreché il tipo di concime non richieda un'applicazione anteriore. Nel caso di utilizzo di concimi minerali complessi (NPK+Mg) essi dovranno contenere azoto in forma nitrica ed ammoniacale a pronta azione, ed azoto ad azione prolungata presente in quantità non inferiore al 50% della quantità totale. Il concime dovrà essere distribuito uniformemente, evitando in particolare le sovrapposizioni di strisce, nel caso di spandimento a macchina. Le macchine per lo spandimento del concime dovranno essere caricate esternamente alla superficie da concimare. Il concime dovrà essere introdotto uniformemente nello strato di suolo vegetale.

9.2.3 Formazioni dei prati

Nella formazione dei vari tipi di prati sono compresi tutti gli oneri relativi alla preparazione del terreno, alla semina o alla piantagione e alle irrigazioni. La formazione dei prati dovrà aver luogo dopo la messa a dimora di tutte le piante (in particolar modo di quelle arboree e arbustive) previste in progetto e dopo l'esecuzione degli impianti tecnici e delle eventuali opere murarie.

Terminate le operazioni di semina o di piantagione, il terreno deve essere immediatamente irrigato. I vari tipi di prato dovranno presentarsi perfettamente inerbiti con le specie previste, con presenza di erbe infestanti non superiore ai limiti di tolleranza consentiti dal progetto, esenti da malattie, chiarie ed avvallamenti dovuti all'assestamento del terreno o ad altre cause. Dopo la preparazione del terreno, l'area sarà, su indicazioni della D.L., seminata con uniformità e rullata convenientemente ove la messa a dimora di piante lo permetta.

Le superfici da rivestire mediante semina, secondo le previsioni di progetto, dovranno essere adeguatamente preparate rimuovendo tutti i materiali che potrebbero impedire la formazione di un letto di terra vegetale fine ed uniforme. Il Contraente Generale dovrà livellare e rastrellare il terreno secondo le indicazioni di progetto per eliminare ogni ondulazione, protuberanza, buca o avvallamento. La concimazione dovrà essere effettuata in due tempi: all'atto della semina dovranno essere somministrati i concimi fosfatici e potassici; i concimi azotati dovranno essere somministrati a germinazione avvenuta. Si procederà quindi alla semina di un miscuglio di erbe da prato perenni con l'impiego di 200 kg di seme per ettaro di superficie. Il miscuglio dovrà essere composto secondo le percentuali precisate in progetto e dovrà essere stato accettato dalla D.LL.

Il Contraente Generale dovrà comunicare alla D.L. la data della semina, affinché possano essere fatti i prelievi dei campioni di seme da sottoporre a prova e per il controllo delle lavorazioni.

Il Contraente Generale è libero 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 essere effettuata a spaglio a più passate per gruppi di semi di volumi e peso quasi uguali, mescolati fra loro e ciascun miscuglio dovrà risultare il più possibile omogeneo. Lo spandimento del seme dovrà effettuarsi sempre in giornate senza vento. Dopo la semina si deve provvedere alla compattazione del terreno per favorire l'adesione del seme al terreno. La ricopertura del seme dovrà essere fatta mediante rastrelli a mano con erpice a sacco nelle aree particolarmente intercluse. Dopo la semina il terreno dovrà essere rullato e l'operazione dovrà essere ripetuta a germinazione avvenuta.

9.3 Impianto irriguo

9.3.1 Rete idraulica

Tutte le tubazioni dovranno essere in polietilene di tipo ad alta densità (PEAD) fornite in rotoli o in barre PN (pressione nominale) 10 oppure 12.5. Solo le tubazioni terminali a servizio delle ali gocciolanti e del sistema irriguo per alberi saranno in bassa densità con PN 4 o 6. Le indicazioni riguardanti l'impianto sono completate negli elaborati specifici (cfr. T08_Irrigazione).

Tutte le tubazioni dovranno essere conformi alle seguenti normative:

- UNI EN 12201
- UNI EN 1622
- Decreto Ministeriale del 6 aprile 2004, n. 174

Le tubazioni principali e secondarie dovranno tassativamente essere marchiate con le seguenti indicazioni:

- nominativo del produttore e/o nome commerciale del prodotto;
- marchio di conformità IIP-UNI (n.119)
- tipo di materiale (PE 100);
- normativa di riferimento;

Le giunzioni e le derivazioni saranno realizzate con raccordi elettrosaldati o del tipo a compressione con anello elastomerico. In ogni caso i raccordi avranno PN 10 o PN16.

Qualora si rendesse necessaria la giunzione di tubi a mezzo saldatura, il personale preposto dovrà risultare in possesso della particolare patentino di "saldatore di polietilene" cosi come dalle norme UNI EN 45013, UNI 9737+ FA-1.

Il passaggio delle tubazioni dovrà rispettare, nelle sue linee generali, il piano di progetto salvo il caso in cui particolari situazioni logistiche ne impediscano la realizzazione.

Tutte le tubazioni dovranno essere poste in opera secondo i dettami forniti dal produttore; eventuali curvature, sia orizzontali, sia verticali dovranno rientrare nel campo delle tolleranze indicate dal fabbricante.

In nessun caso si dovranno effettuare curve diverse da quelle consentite mediante il riscaldamento o la forzatura meccanica delle tubazioni.

Nelle situazioni in cui le tubazioni dovessero essere protette non dovranno mai essere rinfrancate direttamente in cls, ma protette in contro tubi e rinfrancati successivamente.
Al termine di ogni giornata di lavoro tutte le estremità libere delle tubazioni dovranno essere chiuse in modo da impedire l'ingresso di materiale estraneo.
Eventuali differenze dei livelli di posa riscontrate rispetto a quelle stabilite in progetto dovranno essere corrette portando lo scavo alla giusta quota di posa.
Qualora particolari condizioni del sottosuolo non consentano il rispetto della quota stabilita si dovrà dare tempestiva segnalazione alla D.L. e, in accordo con questa, prendere le opportune decisioni in merito all'innalzamento o alle variazioni del percorso da far seguire alla tubazione.
Al completamento delle linee adduttrici e dei vari tubi di settore si dovrà procedere allo spurgo delle medesime ed alla prova in pressione atta a verificare la tenuta idraulica.
Solo al completamento (con esito positivo) delle operazioni di spurgo e collaudo in pressione si potrà procedere al montaggio degli erogatori (ala gocciolante, irrigatori statici, etc.).
La posizione della derivazione idraulica verrà concordata con la D.L. in base alle esigenze di progetto.
In corrispondenza della derivazione idraulica verrà posto un apposito disconnettore.

9.3.2 Saracinesche ed elettrovalvole

Le elettrovalvole dovranno essere in Nylon rinforzate con fibra di vetro e dovranno garantire una pressione di esercizio di almeno 10 BAR.
Le elettrovalvole dovranno essere dotate di regolatore di flusso, di dispositivo di apertura manuale con scarico interno e di sistema di filtraggio mediante filtro a labirinto posto sulla membrana.
Dovranno altresì essere predisposte per il montaggio di regolatore di pressione.
Le viti e le parti metalliche saranno in acciaio inossidabile.
Le elettrovalvole dovranno avere caratteristiche tali da garantire il perfetto funzionamento idraulico ed elettrico con il sistema d'automazione adottato (programmatore)
Nel caso di installazione a quota altimetrica più bassa rispetto all'area da irrigare si dovrà montare una valvola di ritegno a clapet a valle dell'elettrovalvola. In tal caso occorre prevedere un tronchetto distanziatore. E' previsto il sezionamento della main line mediante saracinesche, tutte le saracinesche saranno posate all'interno dei pozzetti





9.3.3 Pozzetti

I pozzetti per alloggiare le elettrovalvole, le saracinesche, i rubinetti saranno in materiale plastico con le misure evidenziate nel computo metrico. Il fondo dei pozzetti, livellato e pulito, dovrà essere ricoperto di uno strato di ghiaia, così da facilitare il drenaggio. Tutti i pozzetti e ogni apertura relativa ai cavidotti dovranno essere opportunamente sigillati al fine di salvaguardare le tubature e i cavi elettrici; tali opere si intendono comprese nel prezzo. I pozzetti non dovranno appoggiare direttamente sulle tubature, ma saranno opportunamente sagomati in maniera da abbracciare le tubazioni.



9.3.4 Ale gocciolanti

Le ali gocciolanti a servizio delle macchie arbustive saranno in PEBD diam. 16mm con flusso auto compensante, portata unitaria di 2 liti/ora e passo 33 cm.

Durante lo svolgimento (manuale o con apposita macchina) si dovranno evitare strozzature o piegature eccessive. La posa avverrà in prossimità delle piante da irrigare avendo cura di non transitare su pozzetti o manufatti vari. Le ali gocciolanti saranno giuntate a mezzo raccordi in materiale plastico con ghiera di serraggio con PN 4. In nessun caso si potranno usare raccordi con fascetta stringitubo. Le ali gocciolanti superficiali saranno posate seguendo il profilo del terreno ed ancorate allo stesso a mezzo di picchetti di fissaggio; l'interdistanza dei picchetti dovrà essere tale da impedire il sollevamento dell'ala gocciolante. Le curvature dovranno essere ampie e comunque non suscettibili di strozzature; in particolari situazioni si dovranno utilizzare gli appositi raccordi a gomito o tees. La posa dell'ala gocciolante superficiale per siepi, arbusti etc. dovrà avvenire a piantumazione eseguita;

9.3.5 Dispositivi per l'irrigazione degli alberi

L'irrigazione degli alberi avverrà tramite tubo ad anello, indicato come "anello gocciolante" (diametro 100 cm) composto da tubo in PEAD PN 8 (diam. mm 16) rivestito da una calza in poliestere con sistemi gocciolanti ogni cm 30 del tipo auto compensanti (4 lt/h).

9.3.6 Cavidotti e cavi elettrici

L'appalto comprende anche la posa di cavidotti e la stesura dei cavi di comando tra il programmatore e le elettrovalvole. Tutti i cavidotti dovranno essere a doppia parete serie pesante con tirafilo in nylon, idonei ad essere interrati; rispondenti alla Norma CEI EN 50086-2-4°1.

La posa dei cavidotti sarà realizzata evitando curvature troppo strette o bruschi salti di quota.

I cavidotti potranno essere posti entro lo stesso scavo delle condotte idrauliche, parallelamente alle stesse. Le tratte di cavidotto saranno interrotte da appositi pozzetti rompitratta posati a distanze non superiori a 25 mt. Durante le operazioni di posa le estremità dei cavidotti dovranno essere ben chiuse per evitare l'ingresso di materiali estranei. Tale stato dovrà permanere fino alla fase di infilaggio dei cavi.

La posa dei cavi di comando delle elettrovalvole dovrà avvenire riducendo al minimo il numero di giunzioni; pertanto, si dovranno utilizzare cavi forniti in bobine e infilare, ove possibile, tratte intere (valvola –programmatore). All'interno di tutti i pozzetti si dovranno lasciare le opportune "ricchezze". Tutte le giunzioni saranno realizzate con giunti stagni IP68 (tipo 3M DBY). Non saranno ammesse giunzioni con morsetti, nastri isolanti catramati o altro.

9.3.7 Sistema di automazione

Fornitura e posa in opera di unità di controllo a batteria con le seguenti caratteristiche tecniche: apertura e chiusura automatica delle elettrovalvole equipaggiate di "Solenoide Bistabile", involucro completamente stagno all'immersione, alimentazione con batteria alcalina da 9 V tipo 6AM6 (norme internazionali) o 6LR61 (norme Europee) , compartimento batteria stagno, connettore a raggi infrarossi esterno, trasmissione del programma anche con unità di controllo completamente immersa nell'acqua, fori per il fissaggio, un cavo pilota per ciascuna stazione ed 1 cavo comune, oppure un cavo pilota per ciascuna stazione e 2 cavi comuni, cavo per collegamento al sensore per

l'umidità, mantenimento per 5 minuti del programma impostato durante il cambio della batteria. Specifiche funzionali: Sistema antivandalo perché programmabile solamente a mezzo comando portatile, triplo programma A-B-C, funzionamento sequenziale delle stazioni all'interno di un programma possibilità di distanziare le elettrovalvole dall'unità di controllo pertinente fino ad un massimo di 14 mt. Con un cavo di mm2 1,5 di sezione, sincronizzazione dell'orologio interno automatica ad ogni collegamento con il programmatore. Il prezzo è comprensivo di tutte le prove elettriche di connessione alle elettrovalvole sino all'effettuazione del collaudo finale: a 4 stazioni

L'Appaltatore dovrà fornire ed installare il sistema completo di tutte le sue parti per renderlo funzionante; l'Appaltatore dovrà verificare la piena funzionalità di tutti i collegamenti elettrici, provvedere al setting ed alla programmazione del sistema, ad eseguire tutte le prove di funzionamento; l'Appaltatore, al termine dell'installazione, dovrà produrre regolare Dichiarazione di Conformità ai sensi del DM 37/08.

9.3.8 Messa in opere impianto d'irrigazione

L'impianto di irrigazione sarà realizzato a partire da punti di adduzione idrica ed elettrica opportunamente dimensionati dal punto di vista idraulico (portata – pressione).

L'impianto di irrigazione dovrà seguire lo schema indicato nell'elaborato di progetto.

In particolare, tutte le tubazioni principali, dove possibile, dovranno essere posate ad una profondità minima di cm 30 le tubazioni dovranno essere posate su letto di materiale fine (preferibilmente sabbia) e successivamente interrate. Le tubazioni, in corrispondenza di attraversamenti di manufatti o percorsi, verranno inserite in contro tubo di PVC di diametro almeno doppio rispetto a quello della tubazione. Le indicazioni relative al posizionamento dei contro tubi sono riportate all'interno degli elaborati relativi all'impianto di irrigazione. L'ubicazione dell'impianto di subirrigazione automatizzato sarà conforme allo schema indicato negli elaborati progettuali: gli anelli gocciolanti dovranno essere posti in opera cm 20 sotto il piano di campagna. Ogni singola linea dovrà essere posta in opera e verificata unitariamente. Il tutto dovrà essere collegato a regola d'arte e verificato, con giudizio positivo, da parte della D.LL. La posizione esatta del disconnettore e della centralina verrà concordato con la D.LL. e la Committenza, preferibilmente in ambito privato.

10 ARREDI E FINITURE

Gli arredi dovranno essere opportunamente marcati e conformi alle vigenti normative in materia. I giochi e le attrezzature dovranno essere accompagnati dalle dichiarazioni del produttore circa le specifiche dell'area libera e dell'altezza di caduta al fine di poter correttamente posizionare l'attrezzatura e realizzare la pavimentazione sottostante. Il montaggio degli arredi dovrà avvenire secondo le prescrizioni ed indicazioni del produttore. Sono compresi gli obblighi ed oneri di cui appresso per la fornitura e posa in opera degli elementi di arredi, oltre a quelli previsti dal disciplinare: a) le spese di trasporto del materiale fino a destinazione; b) lo scarico del materiale; c) il montaggio del materiale; d) i lavori edili di assistenza, lo scavo, il trasporto a discarica dei materiali provenienti da scavi e demolizioni, gli oneri di discarica, la realizzazione dei blocchi di fondazione per dare l'opera completa a regola d'arte. e) tutto quanto previsto nel presente disciplinare.

10.1 Panchine in legno senza schienale



Panca realizzata integralmente in legno di pino scandinavo massello di alta qualità a crescita lenta, impregnata in autoclave secondo la normativa DIN 68800, con sali completamente atossici e privi di cromo e arsenico. La seduta in legno di pino è realizzata con 2 tavole sez. 110 x 45 x 1930 ed 1 tavola sez. mm. 90 x 45 x 1930, trave di rinforzo centrale con lavorazione a guancia. Ancoraggio predisposto a filo terreno, bulloneria zincata a norma UNI 3740. Dimensioni: cm 193x 35 x 45 h - altezza seduta 45 cm

10.2 Giochi d'acqua

I giochi d'acqua sono realizzati in acciaio inossidabile. Un materiale che ben si presta per valorizzare l'esperienza dell'acqua. I giochi in metallo sono caratterizzati da un design moderno e ricercato che rendono l'attrezzatura piacevole e scenografica alla vista oltre che all'esperienza di gioco.




POMPA ZINCATA DEVIATORI DI FLUSSO



PAR. BATTENTE ROTONDO

10.3 Tavolo picnic inclusivo



Struttura in legno di pino nordico impregnato a pressione in autoclave secondo le normative Ral 68800. Struttura portante realizzata con tavole sez. 45 x 110 mm senza schienale.

Seduta composta da n° 2 tavole di sez. 110 x 45 mm e n° 1 tavola di sez. 90 x 45 mm

Pianale composto da n° 8 listoni di sez. 90 x 45 mm.

Dimensioni tavolo pic nic: 193 x 193 altezza 78

Dimensioni tavolo pic nic inclusivo: 250 x 193 altezza 78

10.4 Cestini



Cestello realizzato mediante lamiera d'acciaio zincato sp. 10/10 rivestito con doghe di pino impregnato in autoclave mediante sali atossici. Dimensioni del cestello Ø cm 45 x 60 h. Pali di sostegno realizzati mediante doghe in pino nordico impregnato in autoclave.

Colorazione RAL a discrezione del cliente.

Ferramenta e bulloneria: zincata a norma UNI 3740. Ingombro cm 51x49x120 h.

10.5 Archetto per biciclette in acciaio



Portabiciclette ad archetto a forma di "U" rovesciata realizzato in tubo tondo d'acciaio zincato Ø mm 50 completo di piastre per l'ancoraggio al terreno.

Dimensioni cm 40 x 6 x 100 h

10.6 Fontanella



Fontanella con struttura composta da fusto dotato di rubinetto a pulsante in ottone, in tubolare d'acciaio zincato sez. mm. 150x150. Griglia per lo scolo acque in lamiera d'acciaio zincato sagomata con tecnologia laser. Le parti in acciaio zincato sono pretrattamento e successivamente verniciate a polvere. Successivamente il manufatto è sottoposto a

polimerizzazione in forno, ad una temperatura di 180/200° C . Le polveri utilizzate nel processo di verniciatura sono atossiche secondo normative vigenti. Colorazione RAL a discrezione del cliente. I bulloni sono zincata secondo la norma UNI 3740 oppure inox a richiesta. L'ancoraggio è a filo terreno e le dimensioni di ingombro sono cm 58 x 35 x 100 h

10.7 Totem informativi in legno



Bacheca con struttura in legno di pino nordico, di colore naturale con ancoraggio da interrare di dimensioni 152x9x210h cm fuori terra, e spazio di affissione per pannello informativo cm 100x100.

10.8 Materiali in genere

L'Appaltatore è tenuto a fornire tutto il materiale indicato negli elaborati progettuali, nella quantità necessaria a realizzare l'opera. Tutti i materiali occorrenti per i lavori dovranno essere della migliore qualità esistente in commercio, omogenei, privi di difetti e in ogni caso di qualità uguale o superiore a quella prescritta dal presente Capitolato, dal progetto o dalle normative vigenti e devono essere accettati, dalla Direzione Lavori.

L'Appaltatore è libero di scegliere la provenienza del materiale purché, a giudizio insindacabile della Direzione Lavori, i materiali siano di qualità accettabile. L'Appaltatore è obbligato a notificare la provenienza dei materiali alla Direzione Lavori, in tempo utile, quest'ultima, se lo riterrà necessario, potrà fare un sopralluogo con l'Appaltatore sul luogo di provenienza del materiale da impiegare,

prelevando anche dei campioni da far analizzare a spese dell'Appaltatore. L'Appaltatore è tenuto, in qualunque caso, a presentare i certificati delle analisi eseguite sul materiale prima della spedizione del materiale stesso, se richiesto dalla Direzione Lavori; saranno accettati senza analisi i prodotti industriali standard (concimi minerali, fitofarmaci, ecc.) imballati e sigillati nell'involucro originale del produttore.

L'Appaltatore deve rispettare le disposizioni del DM 19 aprile 2000, n. 145 "Regolamento recante il capitolato generale d'appalto dei lavori pubblici" agli articoli 15, 16, 17.

L'Appaltatore deve prestarsi in qualunque momento, su richiesta della Direzione Lavori, per fare analizzare dei campioni di materiale da impiegare o impiegato e sui manufatti prefabbricati o formati in opera, per verificarne la qualità e la corrispondenza con le caratteristiche tecniche indicate nel presente Capitolato, dal progetto, dalle normative vigenti o dalla Direzione Lavori. Il prelievo dei campioni verrà eseguito in contraddittorio e di ciò verrà steso apposito verbale.

I campioni delle forniture consegnati dall'Appaltatore, che debbono essere inviati a prova in tempo successivo a quello del prelievo, potranno essere conservati negli uffici della Stazione Appaltante, muniti di sigilli a firma della Direzione Lavori e dell'Appaltatore, nei modi più adatti a garantire l'autenticità e l'inalterabilità. In mancanza di una specifica normativa di legge o di Capitolato, le prove dovranno essere eseguite presso un Istituto autorizzato, la fabbrica di origine o il cantiere, a seconda delle disposizioni della Direzione Lavori. L'Appaltatore dovrà sostituire, a sua cura e spese, il materiale non ritenuto conforme dalla Direzione Lavori, con altro corrispondente ai requisiti richiesti. In ogni caso, tutte le spese per il prelievo, la conservazione e l'invio dei campioni, per l'esecuzione delle prove, per il ripristino dei manufatti che si siano eventualmente dovuti manomettere, nonché tutte le altre spese simili e connesse, sono a totale, esclusivo carico dell'Appaltatore. L'approvazione dei materiali presso i fornitori o in cantiere non sarà considerata come definitiva. La Direzione Lavori si riserva la facoltà di scartare quei materiali che si siano alterati, per qualunque ragione durante il trasporto, o dopo l'introduzione in cantiere. La Direzione Lavori si riserva il diritto di farli analizzare in qualsiasi momento per verificarne le caratteristiche tecniche.

L'Appaltatore resta comunque totalmente responsabile della riuscita delle opere, anche per quanto dipende dai materiali stessi, la cui accettazione non pregiudica in nessun caso i diritti della Stazione Appaltante in sede di collaudo.

Nel caso in cui venisse accertata la non corrispondenza alle prescrizioni contrattuali dei materiali e delle forniture accettate e già poste in opera, si procede come disposto dal DM 19 aprile 2000, n. 145 "Regolamento recante il capitolato generale d'appalto dei lavori pubblici" agli articoli 18, 19.
Lo smaltimento degli imballaggi in cui è stato trasportato tutto il materiale è a completo carico dell'Appaltatore.

11 SISTEMA DI GRIGLIATURA

11.1 Dati di progetto

- Tipo di liquame da trattare: acque di scarico provenienti da fognatura mista
- Portata max ingresso sfioratore: l/sec 3.400
- Portata derivata al collettore fognario: l/sec 180
- Portata da trattare attraverso la griglia di sfioro: l/sec 3.220
- Installazione griglia: sul manufatto di troppo pieno

11.2 Descrizione del funzionamento

L'installazione della griglia modello RSW o equivalente è di tipo verticale ed il telaio superiore della griglia viene utilizzato come troppopieno supplementare d'emergenza, oltre che per lo scorrimento del carrello traslatore oleodinamico (pistone va e vieni).
La sezione di passaggio è pari a 4 mm.
Il gruppo idraulico composto da centralina oleodinamica completa di tutti gli accessori è posizionata all'esterno del manufatto di sfioro.
Il comando del senso di marcia del carrello di pulizia si effettua col finecorsa tramite una elettrovalvola magnetica 4/3 vie (2 4 V DC) e di un convertitore di misura di pressione (4 ÷ 20 mA) che ad una pressione predefinita fa commutare l'elettrovalvola magnetica.

11.3 Descrizione dell'installazione

La griglia è progettata secondo una struttura modulare. I differenti elementi modulari sono assemblati per dare la configurazione ottimale. Ogni modulo di barrette ha un'altezza di 98 mm ed è fissato lateralmente al telaio laterale. Una serie di moduli sovrapposti costituisce la sezione filtrante della griglia.

Le guide laterali sono eseguite con tubi quadri profilati e profilati pieni. Le barre piatte che compongono la sezione filtrante sono eseguite in acciaio inox AISI 304 ed installate nel telaio mediante sistema di precompressione. In conseguenza a questo tipo di fissaggio la sola sollecitazione che viene applicata sulle barre filtranti durante la fase di filtrazione è dovuta alla trazione.

Il carrello traslatore si muove scorrendo orizzontalmente sulle guide all'interno del telaio superiore ed è installato sul lato posteriore/superiore della griglia. Esso stesso supporta i pettini pulitori che scorrono tra le barre della griglia mantenendo così anche la perfetta distanza tra le stesse (barrette).

La pulizia della griglia ha inizio nel momento dell'innalzamento del livello prefissato. In questo modo il carrello traslatore fa scorrere avanti/indietro i pettini pulitori tramite comando idraulico.

La griglia viene pulita in entrambi i sensi di marcia dei pettini mentre lo spostamento dei solidi di effettua nel senso di marcia avanti. Il dispositivo di pulizia, estremamente funzionale, ed appositamente studiato, consente di ottenere una superficie filtrante sempre pulita, garantendo così la portata massima per tutto il periodo di durata della piovosità.

Durante il loro spostamento, il materiale che si adagia sulla superficie filtrante viene solamente spostato con delicatezza, non viene né pressato né incastrato entro le barrette filtranti.

La griglia viene pulita da diversi pettini, il cui numero è in funzione della lunghezza della stessa.

Questi pettini percorrono un tratto parziale predefinito della sezione filtrante che corrisponde alla corsa del pistone.

11.4 Comando della griglia

La centralina idraulica che muove il carrello traslatore/pulitore viene attivata e disattivata dal sistema di controllo livello ad ultrasuoni.

Il funzionamento in questo caso avviene mediante la misura del livello differenziale poiché la griglia viene posizionata nel manufatto sfioratore che non prevede un salto tra monte e valle della griglia.

Dopo l'inizio ciclo, il carrello avanza e retrocede sulla superficie filtrante della griglia a barrette.

Il cambio di direzione (avanti/indietro) dei pettini pulitori collegati al carrello si effettua con l'ausilio di una valvola elettromagnetica 4/3 vie (2 4 V DC) la cui commutazione è assicurata da un convertitore di misura della pressione (4 ÷ 20 mA).

Il quadro comando della griglia è equipaggiato di tutte le funzioni ed apparecchiature necessarie per un servizio affidabile e sicuro.

Esso è provvisto di interruttore generale sull'alimentazione, teleruttore con termico, controllo della centralina oleodinamica, selettore di marcia/arresto controllo con temporizzatore e con sonda di livello ad ultrasuoni per avviamento / fermate.

11.5 Dispositivi di protezione

Dispositivi di protezione previsti:

In caso di blocco dovuto ad un oggetto ingombrante la valvola di conversione idraulica inverte il senso di marcia fino a sbloccare l'ostacolo.

Le tubazioni idrauliche flessibili e la raccorderia del circuito idraulico sono progettate per un funzionamento max a 275 bar.

La pressione di servizio normale varia tra 60 ÷ 100 bar.

In caso di fuga d'olio e/o basso livello olio nella centralina il sistema di controllo interviene per bloccare la pompa idraulica ed inviare il segnale d'allarme.

Protezione contro lo sforzo di coppia in base alla temperatura dell'olio.

Superato il limite di temperatura prefissato il sensore trasmette il segnale d'allarme che blocca la pompa idraulica.

11.6 Esecuzione

La griglia è completamente assemblata in officina viene spedita al cliente dopo aver effettuato il collaudo funzionale.

L'unità pertanto è pronta per essere installata nel manufatto specifico.

- Esecuzione: completamente in acciaio inox AISI 304L
- Pettini autopulenti: materiale plastico antiusura ad elevato peso molecolare
- Centralina idraulica composta da:
    - serbatoio volume 40 l
    - valvola elettromagnetica 4/3 vie (24 V DC)
    - sonda di controllo livello
    - sonda controllo temperatura
    - convertitore di pressione (4 ÷ 20 mA)
    - Pompa ad ingranaggi (provvista di filtro)
    - Pistone idraulico in AISI 304 (con trattamento del pistone a cromatura dura)

- Tubazioni e raccorderia idrauliche ad alta pressione

Il funzionamento è garantito fino ad una temperatura minima di - 5°C.

Il quadro elettrico di comando come anche la centralina oleodinamica deve essere posizionato nei pressi dell'installazione.

11.7 Caratteristiche tecniche

- N° Unità	n°	1
- Numero di moduli x griglia	n°	7
- Lunghezza nominale griglia	mt	7,00
- Lunghezza ingombro griglia	mt	7,84
- Lunghezza stramazzo	mt	8,00
- Altezza ingombro griglia	mm	820
- Spaziatura tra le barre	mm	4
- Spessore barre	mm	30 x 4
- Superficie filtrante netta	m²	2,24
- Portata di sfioro max	l/sec	3.360
- Peso unitario	Kg	1.530

Centralina idraulica costituita da:

- Motore elettrico	230/400V- 50Hz – 3Ph - IP 55
- Potenza installata	Kw 3,0/4,0
- Valvola elettromagnetica	4/3 vie (24 VDC)
- Serbatoio olio	40 lt
- Sonda livello e di temperatura	
- Elettrovalvole di scambio idraulico	(4 ÷ 20 mA)
- Pompa ad ingranaggi	l/min 12
- Pistone idraulico	corpo in acc. Inox AISI 316

-Tubi idraulici flessibili ad alta pressione

- Raccordi in AISI 304 per tubazioni idrauliche necessari al collegamento con griglie

- Pressione di esercizio	60 ÷ 100 bar
- Pressione max del circuito	275 bar

11.8 Materiali

- Telaio in AISI 304L decapato e passivato
- Moduli di filtrazione (barrette) AISI 304L
- Pettini di pulizia (va e vieni) materiale plastico ad elevata resistenza e autolubrificante
- Cilindro idraulico: corpo in AISI 304
- Supporti e staffe di ancoraggio: AISI 304L

11.9 Quadro elettrico di comando e controllo

Costituito da armadio in vetroresina dimensioni 800x600x350 mm

Classe di protezione: IP 55

Il quadro contiene inoltre:

- Trasmettitore di controllo livello ad ultrasuoni tipo PROSONIC FMU 90
- PLC di controllo e comando sequenze funzionali della griglia con pannello Touch Screen
- Pulsante d'emergenza a pressione

Quadro elettrico e centralina oleodinamica dovranno essere installati in un manufatto in muratura o in armadio protettivo in vetroresina installato nelle vicinanze dello sfioratore (10 mt distanza standard)

11.10 Sistema controllo livello ad ultrasuoni

- n° 1 Sonda di controllo livello ad ultrasuoni con trasmettitore incorporato FMU 30 (E+H) o similare,
  Grado di protezione IP 68
  Complete di staffa di montaggio inox AISI 304

12 PARATOIE MOTORIZZATE

12.1 Telaio

Il telaio dei manufatti sarà costituito da una soglia inferiore costituita da opportune travi IPE o similari con sovrapposta lama, doppi gargami affiancati in lamiera presso piegata di acciaio inox AISI 304 muniti di apposite staffe per il fissaggio negli scassi lasciati nel getto di prima fase.

Le parti in acciaio inox verranno accuratamente trattate dopo i vari procedimenti di saldatura, necessari per la loro costruzione, attraverso un procedimento chimico di decapaggìo e passivazione.
La parte superiore dei gargami sarà munita di traverse costruite con profili ad "UNP" di acciaio S275JR, protette mediante verniciatura secondo quanto riportato sulle tavole di progetto, opportunamente dimensionati e calcolati per sopportare il peso della lente e lo sforzo dei meccanismi per la manovra della stessa.
La costruzione avverrà mediante bullonatura in opera; nessuna saldatura o foratura è ammessa in opera a valle del ciclo di applicazione della protezione superficiale.

12.2 Lenti o diaframmi

Saranno utilizzati lenti o diaframmi a forte struttura portante realizzati con lamiera e profili di rinforzo opportunamente dimensionati e calcolati per resistere alla massima spinta di esercizio. Il materiale da utilizzarsi sarà l'acciaio S275JR con trattamento protettivo mediante verniciatura secondo quanto riportato sulle tavole di progetto [sabbiatura SA 2,5; applicazione di fondo con stesa di una mano di zincante inorganico (spess. 70 micron); applicazione di due mani (spess. 125 micron per ogni mano) di vernice epossipoliammidica (colore da definire con il Committente mediante campionatura preventiva)].
Le lenti saranno munite di pattini di scorrimento in PTFE e le guarnizioni di tenuta verranno realizzate con profilo a "nota musicale" in gomma noeprenica antinvecchiante (25% gomma naturale e 75% neoprene) con durezza 60 ± 70 Shore. La guarnizione sarà fissata con piatti e bulloneria in AISI304.
Le parti in acciaio inox verranno accuratamente trattate dopo i vari procedimenti di saldatura, necessari per la loro costruzione, attraverso un procedimento chimico di decapaggio e passivazione.
Nessuna saldatura o foratura è ammessa in opera a valle del ciclo di applicazione della protezione superficiale.

12.3 Trasporto e montaggio

Durante il carico, il trasporto e lo scarico a piè d'opera dei componenti assemblati o no della fornitura, dovrà essere portata la massima cura per evitare che le membrature vengano deformate e sovraccaricate.

Le parti costituenti le strutture delle singole paratoie potranno essere, a richiesta della D.L., precedute prima della spedizione da un montaggio preventivo in officina con la massima estensione possibile e prima delle operazioni di trattamento superficiale.

Le parti a contatto con funi ed altri organi di sollevamento saranno opportunamente protette mediante elementi di legno o idonei materiali plastici.

Il montaggio sarà eseguito in modo che la struttura raggiunga la configurazione di progetto.

La posizione esatta delle membrature sarà controllata ripetutamente in corso di montaggio e la stabilità delle strutture sarà assicurata durante tutte le operazioni di maneggio ed erezione.

La scelta della procedura di montaggio sarà oggetto d' accurata analisi da parte del fornitore. Per la posa in opera delle carpenterie che andranno inghisate nella fase di primo getto, provvederà l'impresa esecutrice delle opere civili sotto il controllo e la piena responsabilità della ditta costruttrice delle carpenterie.

L'impresa dovrà evitare, mediante gli opportuni accorgimenti da attuare in fase di armo, getto, disarmo, che il posizionamento delle strutture (guide e gargamature) che sono state posate subiscano spostamenti o deformazioni.

L'impresa si adopererà, inoltre, che nella fase di secondo getto le strutture in carpenteria non subiscano spostamenti delle sedi impostate.

Non sono ammessi in alcun modo spostamenti o deformazioni di alcun genere delle gargamature, tenendo conto che tali spostamenti possono risultare non compatibili con la piena funzionalità delle paratoie. Se necessario, le gargamature deformate o spostate (anche se già inghisate dal getto di seconda fase) dovranno essere rimosse e trasportate a discarica a cura e spesa dell'Impresa Appaltatrice che dovrà pure fornire le nuove gargamature necessarie.

12.4 Collaudo

A montaggio ultimato si procederà ad un collaudo idraulico di tenuta delle paratoie e ad un collaudo statico delle stesse al fine di verificare quanto segue:

- deformazione elastica delle paratoie sotto il carico idrostatico di progetto. La deformazione verrà confrontata con quella teorica prevista sotto il carico suddetto. La deformazione non dovrà essere superiore del 10% della teorica prevista;
- controllo delle tenute delle guarnizioni di fondo, laterali e superiore. Le perdite ammesse non dovranno superare in linea di massima i 10 l/sec. complessivi.

A carico idraulico equilibrato, le paratoie saranno sottoposte a manovre di sollevamento e abbassamento per l'intera corsa. Saranno controllati in questa fase:

- tempi di salita e discesa;
- assorbimento di corrente da parte degli attuatori e confronto con gli assorbimenti di tabella e di quelli teorici;
- deformazioni della traversa di sostegno della paratoia;
- taratura delle apparecchiature elettriche (relè termici) e di eventuale coppia di chiusura e apertura dell'attuatore.

Si riterrà positivo il collaudo se in seguito a cinque manovre consecutive non si evidenzieranno inconvenienti di sorta.

12.5 Prescrizioni finali

Per la costruzione verranno utilizzate maestranze qualificate e le saldature dovranno essere eseguite secondo le vigenti norme e da saldatori patentati, il tutto utilizzando mezzi idonei a garantire un prodotto finale rispondente al criterio della regola dell'arte.

Tutto il materiale usato per la costruzione si intende certificato secondo le vigenti normative.

L'Impresa appaltatrice dovrà fornire alla D.L. ed al Committente, prima della posa in opera, le necessarie certificazioni atte ad attestare la qualità dei materiali impiegati, nonché i cicli di lavorazione impiegati (ad esempio, i cicli protettivi mediante verniciatura delle paratoie e dei telai).

Ogni elemento già posto in opera che risultasse difforme qualitativamente o dimensionalmente dagli elaborati progettuali dovrà essere rimosso e smaltito a cura e spese dell'Impresa che dovrà anche farsi carico delle necessarie sostituzioni.

13 POMPE CENTRIFUGHE

13.1 Dati di progettazione

- Quantità: 2 + 1R
- Funzionamento: Intermittente
- Portata unitaria: 210 l/s
- Prevalenza geodetica: 7 m
- Prevalenza totale: 15m
- Liquido pompato: Acque reflue
- Temperatura max: 40 °C

13.2 Elettropompa sommergibile

Pompa centrifuga, girante bipalare autopulente anti-intasamento.

Prestazioni nel punto di lavoro offerto con girante 434 diametro 276 mm

N. pompe in funzione	1	2	
Portata	146,1	210,2	l/s
Prevalenza	10,9	15	m
Rendimento idraulico	73,1	76,3	%
Rendimento Totale	67	69	%
Potenza assorbita dalla rete	23,3	40,6	kW

Motore elettrico, asincrono trifase, rotore a gabbia, **400** Volt 50 Hz 4 poli

Isolamento/protezione	classe H (+180°C) IEC 85/IP 68
Potenza nominale	30 kW
Corrente nominale	54 A
Avviamento	stella/triangolo / diretto
Raffreddamento	liquido refrigerante in circuito chiuso
Avviamenti/ora max - n°	30
Dispositivi di controllo incorporati	n. 3 microtermostati nello statore
	n. 1 sensore infiltrazione acqua in camera ispezione (FLS)

Materiali	
Maniglia di sollevamento	Acciaio inox
Fusioni principali	Ghisa GG25
Girante e diffusore	Ghisa GG25
Albero	Acciaio inox AISI 431
Guarnizioni O-ring	NBR
Tenute meccaniche	doppia integrata a cartuccia / interna esterna WCCR/WCCR
Finitura esterna	vernice epossidica
Campana di raffreddamento	Acciaio

13.3 Quadro elettrico

Caratteristiche tecniche

- Tipo di custodia: Armadio in poliestere a doppia porta cieca IP55, dimensioni adeguate alla potenza pompe
- Fissaggio: A pavimento
- Avviamento: Softstart
- Alimentazione: 400 V, 50 Hz, trifase + neutro

Apparecchiature di potenza

- sezionatore generale di adeguata taratura con dispositivo bloccoporta;
- sistema di ventilazione quadro completo di filtri in ingresso aria fresca, estrattori per uscita aria calda, termostato di comando e interruttore di protezione;
- trasformatore per gli ausiliari completo di protezioni a monte e a valle;
- fusibili sezionabili per la protezione dei circuiti ausiliari;
- filtro e scaricatore di sovratensioni per la protezione dei circuiti ausiliari;
- lampada spia presenza tensione ausiliari 230Vac;
- alimentatore UPS per i circuiti ausiliari completo di batterie tampone;
- fusibili di protezione per alimentazione controllore My Connect;
- avviatore softstart, per cad. pompa, costituito da:
- interruttore automatico magnetotermico di protezione;
- contattore per isolamento softstart;
- softstart di adeguata taratura completo di by-pass integrato;
- spie di marcia e disfunzione;
- selettore test-O-aut (posizione manuale non stabile);
- circuito di protezione pompa con relè minicas, spie di segnalazione e pulsante di reset;
- interfaccia con il controllore My Connect, e precisamente:
- cablaggio segnalazione presenza tensione;
- cablaggio segnalazione risposta marcia pompe;
- cablaggio segnalazione intervento protezione termica pompe e protezione interna pompe;
- cablaggio segnalazione pompe in automatico;
- cablaggio comandi di marcia pompe da controllore My Connect;

- cablaggio misura di assorbimento pompe proveniente da uscita softstart;
- predisposizione per il collegamento di n. 1 sensore di livello analogico, avente la funzione di gestione "normale" del pompaggio;
- circuito elettromeccanico con alternanza predisposto per il collegamento di n. 3 interruttori di livello a galleggiante, avente la funzione di gestione in "emergenza" del pompaggio.

Apparecchiature di automazione e telecontrollo

- controllore My Connect, avente le seguenti caratteristiche:
- alimentazione 11-30Vdc / 24Vac, consumo max 40VA;
- 18 ingressi digitali 10-30Vdc;
- 8 uscite digitali 30Vac/dc 300mA;
- 6 ingressi analogici isolati galvanicamente, risoluzione 16 bit;
- memoria interna 32 MB;
- modulo Wi-Fi, 802.11b/g integrato;
- 1 porta RS485 per comunicazione con I/O di espansione;
- 1 porta RS485 per comunicazione con instrument net;
- 1 modem GSM/GPRS integrato con antenna antivandalismo;
- 1 porta USB per interfaccia di servizio;
- grado di protezione IP 20, temperatura operativa -20 + 60 °C;
- dimensioni 215 mm larghezza, 114,50 mm altezza, 109,00 mm profondità;
- indicazioni led per alimentazione, trasmissione Wi-Fi, allarme;
- 2 batterie tampone 7,2 A/h 12V;
- pannello operatore Touch Screen da 7" per la configurazione e la visualizzazione;

Funzioni implementate

- controllo mancanza alimentazione da rete con blocco pompe e riavvio temporizzato
- gestione completa delle pompe (alternanza, numero max di pompe in funzione, ritardo di avvio/arresto)
- possibilità di impostare dei cicli di pompaggio sotto soglia per eliminare i surnatanti
- funzione di spostamento set-point di marcia-arresto in periodi selezionati
- possibilità di gestire il pompaggio con convertitori di frequenza
- allarme di disfunzione per ogni pompa (protezione termica, sensori pompe, mancata risposta)

- memorizzazione numero degli avviamenti e ore di funzionamento per ciascuna pompa
- monitoraggio correnti pompe con soglie di allarme
- misura continua del livello in vasca con possibilità di impostare le soglie di intervento pompe e le soglie di allarme altissimo e bassissimo livello
- calcolo portata di ciascuna pompa e la totale pompata
- possibilità di monitorare il numero di sfiori e la portata di sfioro
- datalogger integrato
- comunicazione tramite modem GPRS integrato
- invio messaggi di allarme in formato SMS fino a 9 utenti
- trasmissione dati a SCADA tramite il protocollo Modbus RTU slave o Aquacom
- funzione di monitoraggio del sollevamento in modalità wireless tramite apposita APP per SmartPhone e Tablet, al fine di consentire all'operatore di svolgere le normali funzioni di controllo periodico in condizioni di massima sicurezza e semplicità.

13.4 Valvole:

- Valvola a palla tipo AVK con rivestimento epossidico;
- Saracinesca cuneo gommato a corpo piatto PN10/16.

14 CLAPET

Installazione di una valvola a clapet con funzione antiodore.

Clapet di dimensione 1500x1500 mm in acciaio inox AISI 304 a sezione quadrata 1500x1500 mm; esecuzione compatta con tenuta su quattro lati; tenute in EPDM; telaio con struttura autoportante per fissaggio a muro con tasselli chimici.

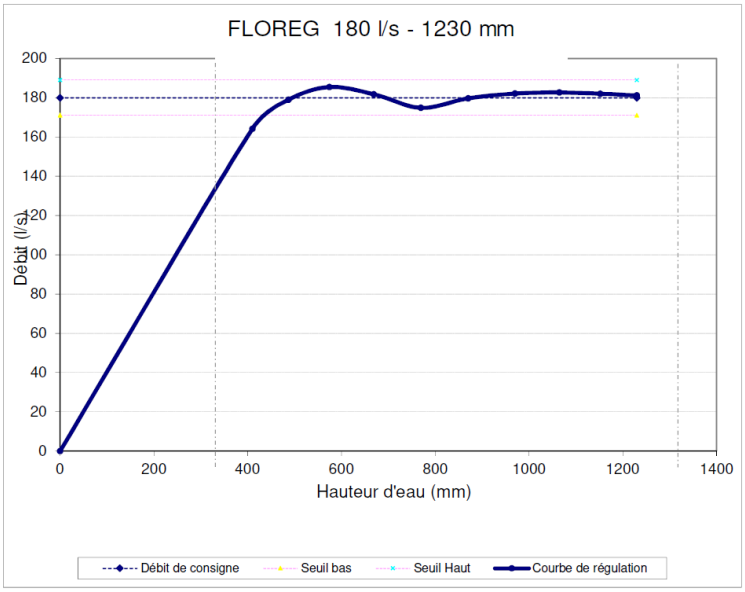
Per agevolare lo scarico anche in condizioni di bassa portata è prevista l'integrazione, sul fondo dello scudo in acciaio, di una seconda valvola a clapet di dimensioni ridotte, DN300mm, in poliestere rinforzato.

15 REGOLATORE DI PORTATA

15.1 Dati di progettazione

- Portata di regolazione Q=180 l/s

- Curva di funzionamento (regolatore a galleggiante tipo Floreg o equivalente



15.2 Funzionamento

Il regolatore parzializza progressivamente l'apertura di passaggio all'aumentare del livello idrico di monte determinato da un galleggiante solidale alla lama di regolazione.

La regolazione alla portata di progetto inizia in corrispondenza della messa in carico della luce di passaggio.

15.3 Costruzione

Realizzato in acciaio AISI 304L.

Boccola di rotazione in materiale polimero che non richiede manutenzione.

Guarnizioni di tenuta piastra-parete e kit di fissaggio con ancoranti meccanici in A4 inclusi.

Il regolatore viene consegnato tarato in officina.

16 TUBAZIONI E RELATIVI PEZZI SPECIALI

16.1 Tubazioni in c.a.p.

Tutte le tubazioni dovranno rispondere alle norme fissate dalla Legge n.64 del 02/02/1974 e richiamate nel Decreto emesso dal Ministro dei Lavori Pubblici di concerto con il Ministro dell'Interno del 12/12/1985, pubblicato sulla G.U. n.61 del 14/03/1986, quando siano più restrittive delle norme fissate nel presente documento.

16.1.1 PRESCRIZIONI RELATIVE ALLA FORNITURA

16.1.1.1 Definizione

Si considerano tubi in conglomerato cementizio armato i tubi che vengono armati esclusivamente per motivi statici e sono calcolati secondo le norme valide per il conglomerato cementizio armato ordinario.

Le dimensioni e le caratteristiche costruttive dovranno essere conformi alla Normativa Europea EN 1916-1917 che si richiamano integralmente come vincolanti.

Le qualità dei materiali dovranno corrispondere alle caratteristiche prescritte nella Legge 05/11/1971 n.1086 e al D.M. 16/06/1976.

La classe di resistenza delle tubazioni (90-135-160 KN/m²) ,dovrà essere pari a quanto fissato dal progettista nella verifica statica delle tubazioni , e comunque non inferiore alle classi di resistenza minime previste dalla normativa

Nel caso che le tubazioni siano destinate ad un uso in pressione, l'armatura in acciaio, verrà calcolata per resistere anche alle pressioni nominali interne.

Le giunzioni tra tubo e tubo saranno del tipo a bicchiere o similari con giunto a tenuta in gomma o neoprene o altri materiali certificati conformemente alle norme UNI EN 681-1.

16.1.1.2 Indicazioni di riconoscimento

I tubi dovranno essere contrassegnati in modo durevole sulla parete esterna con l'indicazione di:

a) nome del costruttore e luogo di fabbricazione
b) il numero della presente norma europea;
c) la data di fabbricazione;
d) identificazione del materiale dell'elemento;
e) classe di resistenza;
f) identificazione di condizioni di esercizio diverse da quelle normali;
g) identificazione di impiego speciale , per quanto applicabile

1) ***<u>Provenienza dei tubi</u>***

I tubi dovranno essere fabbricati da ditta specializzata, in apposito stabilimento, adoperando idonee apparecchiature.

Prima di dar corso all'ordinazione, l'Appaltatore dovrà comunicare alla Direzione dei Lavori le fabbriche presso le quali egli intenda approvvigionarsi, le caratteristiche dei tubi (dimensioni, spessore, armature, peso, rivestimento protettivi, ecc.) nonché le particolari modalità seguite nella loro costruzione.

Ferme restando le responsabilità che competono, all'Appaltatore, la Direzione dei Lavori si riserva di effettuare una ricognizione presso lo stabilimento di produzione onde accertare i metodi di lavoro e le caratteristiche generali della produzione ordinaria del Fornitore.

All'atto del conferimento dell'ordine, l'Appaltatore è comunque tenuto a comunicare al Fornitore tutti i dati necessari alla valutazione delle condizioni di posa e di lavoro delle tubazioni, con particolare riguardo alle profondità di peso, alla natura del terreno, alle caratteristiche della falda freatica, alla natura dei liquami ed alle sollecitazioni statiche e dinamiche a cui dovranno essere sottoposti i tubi.

16.1.2 PRESCRIZIONI DI QUALITÀ

16.1.2.1 Caratteristiche generali

I tubi devono essere confezionati con conglomerato di caratteristiche uniformi, avere superfici interne specularmente lisce ed estremità piene ed a spigoli vivi, con la fronte perpendicolare all'asse del tubo.

Non sono ammessi tubi con segni di danneggiamenti che possano diminuire la loro possibilità di utilizzazione, ovvero la resistenza meccanica, l'impermeabilità e la durata, nonché la sicurezza dei ferri contro la ruggine od altre aggressioni.

I tubi, siano essi depositati a piè d'opera o già posati e reinterrati, non devono presentare fessure o microfessure di qualunque dimensione anche se ammesse dalla normativa vigente di riferimento.

16.1.2.2 Resistenza allo schiacciamento

La resistenza allo schiacciamento dovrà essere correlata ai valori di calcolo e verrà verificata secondo le modalità di cui all'appendice C della normativa di riferimento

16.1.2.3 Resistenza a momento flettente longitudinale

la resistenza a momento flettente longitudinale deve essere determinata in conformità ad uno dei metodi specificati nell'appendice D, la cui scelta è a descrizione del fabbricante.

16.1.2.4 Assorbimento all'acqua

L'assorbimento all'acqua deve essere determinato in conformità al metodo specificato nell'appendice F, della normativa di riferimento

16.1.2.5 Tenuta dell'acqua

La tenuta dell'acqua degli elementi e degli assemblaggi di giunti deve essere determinata in conformità ai metodi specificati nell'appendice E , della normativa di riferimento

16.1.3 PRESCRIZIONI SULLE PROVE

16.1.3.1 Prescrizioni generali

Per ogni appalto dovrà essere accertata la rispondenza alle prescrizioni di qualità di mediante:

- prove dirette da eseguirsi sui tubi delle diverse classi oggetto della fornitura, come definite al successivo paragrafo
- certificati di prove eseguite sui tubi della produzione ordinaria, da un laboratorio ufficiale o da un Istituto specializzato.

I costi delle prove sono a carico dell'Appaltatore; tuttavia, se il fornitore presente certificati di prova conformi alle prescrizioni del seguente paragrafo 9/2 e la Stazione appaltante esige ugualmente l'esecuzione di prove dirette, le relative spese saranno a carico dell'Appaltatore solo se i risultati non siano conformi alle prescrizioni di qualità.

16.1.3.2 Specifiche

Prove dirette

Esecutore delle prove

Le prove di carattere statico che risultassero necessarie saranno eseguite in conformità alla UNI EN 1916. Le ulteriori prove dello stesso tipo, nonché le restanti prove dirette, che fossero richieste malgrado la presenza di regolari certificati, potranno essere eseguite presso un Istituto specializzato ovvero anche presso lo stabilimento di produzione - alla presenza del Direttore dei Lavori o di un suo Rappresentante - qualora ivi esistano idonee apparecchiature.

Scelta dei tubi da sottoporre a prova

Alla scelta dei tubi da sottoporre a prova si procederà di comune accordo tra l'Appaltatore e la Direzione dei Lavori. I tubi possono essere prelevati o dalle scorte di magazzino o dalla partita da fornirsi, sia in fabbrica che in cantiere.

Certificati di prova

Esecutore delle prove

Per la validità dei relativi certificati, le prove dovranno essere state eseguite:

- quando i Laboratori ufficiali di cui all'art. 20 della Legge 5/11/1971, n. 1086, quando siano di carattere statico;
- presso Istituti specializzati, quando siano degli altri tipi previsti.

Condizioni generali per l'ammissibilità dei certificati

I certificati di prova saranno ammessi qualora la Ditta produttrice sia in grado di dimostrare l'uniformità nel tempo della propria produzione. In ogni caso non saranno ammessi certificati risalenti ad oltre un biennio precedente la data della fornitura.

Eccezion fatta per le prove di carattere statico - per le quali dovranno essere osservate le disposizioni delle più volte richiamata specifica normativa - la validità dei certificati è inoltre subordinata alla dimostrazione che i tubi assoggettati a prova in Istituto vennero prelevati e contrassegnati da un tecnico delegato dall'Istituto stesso; a tali effetti, tutte le circostanze e modalità del prelievo dovranno essere riportate sul certificato di prova.

16.1.3.3 Esecuzione delle prove

Numero dei tubi da sottoporre a prova

Per l'ammissibilità dei certificati di prova di cui al precedente paragrafo 9.2, gli elementi sottoposti a prova dovranno essere nel numero di almeno tre per ogni tipo e dimensione oggetto della fornitura.

L'appaltatore è tenuto a fornire gratuitamente, sostenendo le relative spese di prova, lo 0,5% del numero dei tubi di ciascuna classe della fornitura, con un minimo di 3 tubi per classe.

Qualora siano oggetto di fornitura tubazioni con speciali rivestimenti protettivi, si prescrive che la prova di impermeabilità venga eseguita su tubi della fornitura che non siano stati rivestiti, e quella di resistenza meccanica su tubi rivestiti.

I tubi non rivestiti dovranno essere forniti nel numero minimo di 3 per ciascuna classe e verranno restituiti dopo la prova all'Appaltatore, restando a carico di quest'ultimo unicamente le spese inerenti e connesse alla stessa.

Scelta e preparazione dei tubi alla prova

Nella relazione di prova debbono essere riportati il giorno in cui la stessa è stata eseguita, l'età dei tubi e le modalità seguite per la loro preparazione.

Misure

Prima della esecuzione delle prove di resistenza allo schiacciamento e di impermeabilità si devono controllare l'aspetto ed il colore dei tubi.

Si misurano poi la lunghezza, il diametro, la curvatura delle generatrici e la forma delle estremità.

Gli scarti rispetto al diametro nominale vengono misurati sul diametro interno, in posizione orizzontale e verticale, e sono comprensivi delle irregolarità di rotondità. Gli scarti delle generatrici dalla linea retta vengono misurati come freccia dell'arco rispetto ad un filo d'acciaio accostato parallelamente all'asse del tubo.

I controlli sull'armatura (sezione e posizione dei ferri) vengono effettuati praticando dei fori in tubi già sottoposti alle prove di impermeabilità e resistenza meccanica. Per la verifica delle prescrizioni generali di qualità, di cui al punto 7, si devono compiere accertamenti sopra un gran numero di tubi, almeno pari al 10% della fornitura.,

Prova di resistenza allo schiacciamento

il procedimento di prova avviene seguendo il procedimento di cui all'appendice C 4 della UNI EN 1916

Nella relazione si deve descrivere l'aspetto esterno dei tubi durante la prova, eventualmente documentandolo mediante fotografie.

16.1.3.4 Collaudo

Se tutti i campioni superano i prescritti esami, le prove hanno validità per l'intera fornitura.

Qualora il risultato di una prova sia controverso, l'Appaltatore può chiedere che la prova sia ripetuta sullo stesso numero di tubi provenienti dalla stessa fornitura.

Se i nuovi tubi superano chiaramente la prova, l'intera fornitura si intende come collaudata, altrimenti la Direzione dei Lavori è autorizzata a rifiutarla.

16.1.3.5 Prova di tenuta in stabilimento

Due o più tubi accoppiati, sottoposti ad una pressione d'acqua corrispondente a 50 kPa (0,5 atmosfere), non devono dar luogo a perdita, né a comparsa di gocce sulla superficie esterna. La comparsa di macchie di umidità non è invece determinante per il giudizio di impermeabilità.

16.1.3.6 Prova di tenuta in cantiere

I tubi riempiti d'acqua, nel tempo di osservazione dall' 8ª alla 24ª ora dal primo riempimento devono avere un abbassamento del pelo libero di non più di cm 2 per ogni metro di lunghezza del tubo (evaporazione inclusa).

La prova di impermeabilità viene di norma eseguita su tubi interi posati verticali, con i bicchieri in alto, sopra un supporto impermeabile a cui vengono sigillati, mediante cordoli di argilla o di malta cementizia applicati esternamente ed internamente, oppure mediante uno strato di asfalto dello spessore di alcuni cm, versato all'interno del tubo. Dopo sufficiente indurimento della sigillatura, i tubi vengono riempiti d'acqua fino all'orlo inferiore del bicchiere, che si considera come lettura zero per le successive misure, e coperti superiormente.

Tre ore dopo il riempimento, si misura l'abbassamento dello specchio liquido e si riempie di nuovo il tubo fino al livello primitivo.

Letture e successivi riempimenti hanno luogo 8, 24, 48 e 72 ore dopo il primo riempimento.

Per la verifica dell'impermeabilità del tubo, si considera normalmente la media degli abbassamenti verificati, tra l'8ª e 24ª ora dopo il primo riempimento, su tre tubi campioni; i singoli valori misurati possono superare il valore limite di cui sopra nella misura massima del 20%.

Se gli abbassamenti di livello non rispettano i limiti sopra citati, si ricorre alla lettura degli abbassamenti tra le 48 e le 72 ore dopo il primo riempimento; tali valori, per un fenomeno di auto

impermeabilizzazione, potrebbe rientrare nei limiti, nel qual caso si considera ugualmente verificata la condizione di impermeabilità.

Nella relazione si deve descrivere l'aspetto esterno dei tubi durante la prova, eventualmente documentandola mediante fotografie.

Collaudo - Se tutti i campioni superano i prescritti esami, le prove hanno validità per l'intera fornitura.

Qualora risultato di una prova sia controverso, l'Appaltatore può chiedere che la prova sia ripetuta sullo stesso numero di tubi provenienti

dalla stessa fornitura.

Se i nuovi tubi superano chiaramente la prova, l'intera fornitura si intende come collaudata, altrimenti la Direzione Lavori è autorizzata a rifiutarla.

Prova d'impermeabilità su tratte di tubazioni comprendenti i giunti e le camerette d'ispezione

La prova di tenuta dovrà essere eseguita su tratte di tubazioni, comprendenti almeno una cameretta d'ispezione secondo le modalità riportate nella norma UNI EN 1610.

La pressione di prova è quella equivalente o risultante dal riempimento con acqua della sezione di prova fino al livello del terreno in corrispondenza del pozzetto di valle o di monte, con una pressione massima pari a 50 kPa e minima di 10 kPa misurata sulla generatrice del tubo.

Si procede al riempimento con acqua della tratta in questione lasciando per 1 ora il tutto pieno per consentire l'imbibizione dei calcestruzzi; indi si procede al successivo riempimento. Il tempo di prova deve essere di 30 ± 1 min.

La prova di impermeabilità si ritiene superata qualora la perdita nel tempo di 30 min. non sia maggiore di:

- 0,15 litri per ogni metro quadrato di superficie interna delle tubazioni (camerette d'ispezione escluse);
- 0,20 litri per ogni metro quadrato di superficie interna delle tubazioni e dei pozzetti;
- 0,40 litri per ogni metro quadrato di superficie interna dei pozzetti e delle camerette.

16.2 Tubazioni in polietilene ad alta densita (PEAD) e relativi pezzi speciali

L'accettazione delle condotte in polietilene ad alta densità da parte della Direzione Lavori è subordinata alla completa osservanza della normativa UNI al riguardo e precisamente UNI EN 12201, UNI EN 13476; l'inosservanza anche di una sola delle specifiche contenute nella precitata normativa e di ogni ulteriore prova e collaudo richiesto dalla Direzione Lavori comporterà il totale rigetto della fornitura da parte di quest'ultima senza che l'appaltatore abbia diritto a risarcimento alcuno.
Le condotte inoltre dovranno essere obbligatoriamente contrassegnate con il marchio di conformità IIP di proprietà dell'Ente Nazionale Italiano di Unificazione UNI gestito dall'Istituto Italiano dei Plastici giuridicamente riconosciuto con D.P.R. n. 120 del 1/2/1975. Le condotte potranno essere dei tipi:

- UNI EN 12201 per condotte in pressione PE100
- UNI EN 13476 per condotte di scarico interrate e per fognature.

L'appaltatore si impegna a dimostrare, con dettagliate relazioni tecniche da sottoporre alla Direzione Lavori, le caratteristiche delle sollecitazioni cui le condotte saranno sottoposte in opera ed in fase di assemblaggio.
La ditta fornitrice dovrà allegare all'offerta il Certificato di Conformità del prodotto alla norma UNI 10910 rilasciato secondo UNI CEI EN 45011 da organismo o istituto terzo indipendente accreditato SINCERT che attesti la conformità delle tubazioni alla norma su tutta la gamma fornita,;
La Direzione Lavori potrà far eseguire prove di collaudo in conformità alla norme a un primario istituto di analisi abilitato e accreditato, su una campionatura di tubazioni giacenti in cantiere a spese del fornitore.
La ditta fornitrice dovrà presentare i certificati di collaudo attestanti l'avvenuto collaudo per ciascun lotto di tubi prodotto facente parte la fornitura; i certificati conterranno in particolare la registrazione dei test per il rilascio del lotto (Batch Release Tests BRT) di seguito riportati:

- OIT (con relativo report curva calorimetrica) secondo EN 728;
- Caratteristiche in trazione (con relativo report curva di trazione) secondo ISO 6259;
- Resistenza alla pressione interna secondo EN 921.

La marcatura minima sui tubi dovrà essere conforme alla norma UNI EN 12201 per condotte in pressione PE100 o UNI EN 13476 per condotte di scarico interrate e per fognature; e riportante indelebilmente:

- nome del fabbricante;
- Diam. X sp;
- SDR e PN;
- identificazione materiale;
- data di produzione;
- n.ro trafila;
- n.ro lotto;
- riferimento normativo: UNI EN 12201 o UNI EN 13476;
- marchi di qualità.

Sono richiesti i test positivi delle prove eseguite sul prodotto finito in conformità alla norma UNI EN 1622

In caso di posa subacquea le condotte dovranno obbligatoriamente essere idoneamente appesantite in modo tale da controbilanciare abbondantemente la spinta idrostatica e resistere ad eventuali correnti ortogonali all'asse delle stesse.

TABELLA - Dimensioni e spessori dei tubi previsti dalla norma UNI EN 12201 PE100

Diametro (DN) mm	***PN 6 sp. mm***	***PN 10 sp. mm***	***PN 16 sp. mm***	***PN 25 sp. mm***
75	-	4.5	6.8	10.3
90	-	5.4	8.2	12.3
110	-	6.6	10.0	15.1
125	-	7.4	11.4	17.1
140	-	8.3	12.7	19.2
160	6.2	9.5	14.6	21.9
180	6.9	10.7	16.4	24.6
200	7.7	11.9	18.2	27.4
225	8.6	13.4	20.5	30.8
250	9.6	14.8	22.7	34.2
280	10.7	16.6	25.4	38.3

315	12.1	18.7	28.6	43.1
355	13.6	21.1	32.2	48.5
400	15.3	23.7	36.3	54.7

16.2.1 Giunzioni

La giunzione fra i vari tubi in PEAD UNI-EN 12201 o UNI EN 13476 dovrà essere fatta con saldatura testa a testa secondo le modalità della DIN 16932 e le specifiche dell'Istituto Olandese per la saldatura: IIW-XVI "Procedure qualification for Welding of h.d. PE" 71/E; in casi particolari saranno autorizzate, previa presentazione dei relativi disegni e dimensionamenti, giunzioni di tipo flangiato e plastificate; in ogni caso la superficie interna della tubazione nella zona di saldatura dovrà essere perfettamente liscia e non presentare protuberanze o sbavature di sorta.

Per tutto quanto non esplicitamente espresso nel presente articolo si rimanda alla normativa nazionale ed internazionale vigente valendo a parità di condizioni quelle maggiormente restrittive.

I sistemi di giunzione tra tubo e fra tubo e raccordo di P.E.A.D. sono i seguenti:

16.2.1.1 Giunzioni per saldatura

Saldatura testa a testa

È usata nelle giunzioni fra tubo e tubo e fra tubo e raccordo quando quest'ultimo è predisposto in tal senso.

Saldatura a manicotto termico

La saldatura a manicotto termico si esegue riscaldando elettricamente il manicotto nel quale è incorporata una resistenza elettrica che produce il calore necessario per portare alla fusione il polietilene. Tale saldatura è consigliabile quando si devono saldare due estremità di tubo che non possono essere rimosse dalla loro posizione (p. es. le riparazioni).

Per una buona riuscita della saldatura è necessario accertarsi che le superfici interessate alla giunzione (interna del manicotto ed esterna dei tubi) siano assolutamente esenti da impurità di qualsiasi genere ed in particolare modo prive di umidità ed untuosità.

16.2.1.2 Giunzioni per flangiatura

Per la flangiatura di spezzoni di tubazione o di pezzi speciali si usano flange scorrevoli infilate su collari saldabili in P.E.A.D.

I collari, data la resistenza che devono esercitare, saranno prefabbricati per stampaggio dal fornitore dei tubi e saranno applicati (dopo l'infilaggio della flangia) mediante saldatura di testa. Le flange saranno quindi collegate con normali bulloni o tiranti di lunghezza appropriata.

L'inserimento di guarnizioni è consigliata in tutti i casi. Le flange, a secondo dell'uso della condotta, potranno essere di normale acciaio al carbonio o di acciaio plastificato; a collegamento avvenuto, flange e bulloni potranno essere convenientemente protetti contro la corrosione.

16.2.1.3 Collegamento con altri materiali

Il collegamento tra le tubazioni in P.E.A.D. ed altri materiali, sia tubazioni che accessori di rete, verrà realizzato mediante flange mobili in ghisa sferoidale PN 10-16 verniciate con resine epossidiche, tipo lungo per PE con dispositivo antisfilamento, foratura secondo UNI o D.I.1882.

16.2.2 Trasporto

Nel trasporto bisogna sopportare i tubi per tutta la loro lunghezza onde evitare di danneggiare le estremità a causa di vibrazioni.

Si devono evitare urti, inflessioni e sporgenze eccessive, contatti con corpi taglienti ed acuminati.

Le imbragature per il fissaggio del carico possono essere realizzate con funi o bande di canapa, di nylon o similari; se si usano cavi di acciaio, i tubi devono essere protetti nella zona di contatto con essi.

Si tenga presente che a basse temperature aumenta la possibilità di rottura dei tubi di P.e.a.d.; in tali condizioni quindi tutte le operazioni di movimentazione (trasporto, accatastamento, posa in opera, ecc.) devono essere effettuate con la dovuta cautela.

16.2.3 Carico e scarico

Queste operazioni, come per tutti gli altri materiali, devono essere fatte con grande cura. I tubi non devono essere buttati n è fatti strisciare sulle sponde caricandoli sull'automezzo o scaricandoli dallo stesso, ma devono essere accuratamente sollevati ed appoggiati.

16.2.4 Accatastamento

I tubi lisci devono essere immagazzinati su una superficie piana, priva di parti taglienti ed esente da sostanze che potrebbero attaccare i tubi.

I tubi non devono essere accatastati ad un'altezza superiore a 1,50 m, qualunque sia il diametro dei tubi, per evitarne possibili deformazioni nel tempo.

Se i tubi non vengono adoperati per un lungo periodo, devono essere protetti dai raggi solari diretti con schermi opachi che consentano una regolare aerazione.

16.2.5 Posa in opera

16.2.5.1 Posa « in trincea » e posa « sotto terrapieno »

Per larghezza B di una trincea si intende quella misura al livello della generatrice inferiore del tubo posato, sia scavo a pareti verticali che per scavo a pareti inclinate. Per altezza del riempimento H si intende quella misurata tra la generatrice superiore della tubazione posata ed il piano di campagna. La larghezza minima da assegnare ad una trincea è quella determinata dal valore del diametro D della tubazione aumentato di 20 cm da ciascun lato della tubazione stessa.

B = D + 40 cm

Qualora la larghezza della trincea è grande rispetto all'altezza di ricoprimento o al diametro D della tubazione e precisamente quando

$$B \geq \frac{H}{2} \text{ o } B \geq 10\ D$$

La tubazione viene a trovarsi nella condizione detta «sotto terrapieno», condizione in cui essa è assoggettata ad un carico addizionale rispetto a quello che sopporterebbe se fosse nella condizione in trincea.

L'altezza massima del ricoprimento deve essere di 6 m per tubazione posate in trincea e di 4 m per tubazioni posate sotto terrapieno.

In corso di lavoro, nel caso che si verifichino condizioni più gravose di quelle previste dalle presenti norme, sempre che tali condizioni riguardino tronchi di limitata ampiezza per cui sussista la convenienza economica di lasciare invariati gli spessori previsti in sede di progettazione, si deve procedere ad opere di protezione della canalizzazione, tali da ridurre le sollecitazioni sulle pareti del tubo ai valori stabiliti per la classe di spessori prescelta.

Scavo in trincea

Lo scavo della trincea delle dimensioni prescritte e col fondo all'esatta quota indicata nei profili longitudinali di progetto deve essere effettuato con mezzi idonei, adottando tutti i provvedimenti necessari per il sostegno delle pareti onde evitare il franamento.

Letto di posa e rinfianco

La natura del fondo della trincea o, più in generale, del terreno in cui la tubazione troverà il suo appoggio, deve avere resistenza uniforme e tale da escludere ogni possibilità di cedimenti differenziati da un punto all'altro della tubazione.

Nelle trincee aperte in terreni eterogenei, collinosi o di montagna, occorre garantirsi dall'eventuale slittamento del terreno con opportuni ancoraggi.

Se si ha motivo di temere l'instabilità del terreno e del letto di posa della canalizzazione e dei relativi manufatti in muratura, a causa dell'erosione di acqua reperita nella trincea, bisogna opportunamente consolidare il terreno con l'ausilio di tubi di drenaggio al di sotto della canalizzazione (o dei manufatti in muratura) disponendo tutto intorno a detti tubi di drenaggio uno strato spesso di ghiaia o di altro materiale appropriato; occorre cioè assicurare la condizione che non sussista la possibilità di alcuno spostamento del materiale di rinterro a causa della falda acquifera.

Al fondo della trincea, livellato e liberato da ogni traccia di pietrame, si sovrappone un letto di posa sabbioso così da avere la superficie d'appoggio della tubazione perfettamente piana e da poter esercitare l'appoggio su materiali di natura tale che assicurino la ripartizione uniforme dei carichi lungo l' intera tubazione.

Occorre procedere ad un accurato livellamento del letto al di sotto del tubo e ad un rinfianco ben costipato, tenendo altresì presente che l'altezza del rinterro è piccola il rinfianco non riuscirà a mobilitare una pressione orizzontale sufficiente a contrastare la deformazione.

Il materiale deve essere costituito in prevalenza da granuli aventi diametro di 0,10 mm e deve contenere meno del 12% di fino (composto da particelle inferiori a 0,08 mm); deve essere costipato con attrezzi adatti prima della posa della tubazione e, naturalmente accuratamente livellato.

È essenziale che il letto non sia rigido e che offra al tubo un sostegno buono e uniformemente distribuito.

16.2.6 Prescrizioni specifiche

La posa avverrà su letto di sabbia opportunamente livellata, e la tubazione sarà interamente ricoperta oltre 20 cm alla generatrice superiore, quindi sarà inserito nello scavo un nastro di segnalazione con inseriti 2 fili di acciaio inox resistente all'invecchiamento ed alle basse temperature, di spessore 0,15 mm.

Tutte le tubazioni (indipendentemente dal diametro di posa) dovranno essere fornite in barre da 6 o 12 mt.

Per le tubazioni per irrigazione in PE bassa densità dovranno essere prodotte in conformità alla normativa UNI 7990-2004 e verificati secondo EN ISO 6259 ed EN 921

16.2.7 Collaudo

Il collaudo di una tubazione di Pead. per acque di scarico deve accertare la perfetta tenuta della canalizzazione.

Questo accertamento si effettua sottoponendo a pressione idraulica la canalizzazione stessa mediante riempimento con acqua del tronco da collaudare (di lunghezza opportuna, in relazione alla pendenza) attraverso il pozzetto di monte, fino al livello stradale del pozzetto a valle; o adottando altro sistema idoneo a conseguire lo stesso scopo.

16.3 Tubazioni in cloruro di polivinile (PVC)

16.3.1 Generalità

Le tubazioni in cloruro di polivinile duro, esente da plastificante a cariche inerti ed aggiuntivi, dovranno essere del tipo per il convogliamento di acque luride o acque meteoriche, con funzionamento a pelo libero, con assemblaggio a bicchiere, tenuta con guarnizioni a labbro e rinfianco in calcestruzzo. L'Appaltatore è tenuto a rispettare tutte le prescrizioni in merito ai Criteri Ambientali Minimi, in particolare, le condotte in PVC e polipropilene previste dal progetto dovranno presentare un contenuto di materia riciclata in conformità al criterio 2.5.12. I materiali utilizzati dovranno presentare un contenuto di materia riciclata, di sottoprodotti o di recupero per almeno il 20% del peso del prodotto e dovranno essere corredati di specifiche certificazioni basate sui criteri 4.1 "Use of recycled PVC", 4.2 "Use of PVC by-product" e del marchio VinylPlus Product Label con attestato della specifica fornitura.

16.3.2 Normativa

Le tubazioni saranno realizzate con riferimento alle seguenti normative:

- Normativa europea: EN 1401;
- Caratteristiche dimensionali delle tubazioni: VSM 18305;
- Canalizzazioni in PVC duro, rinfiancate in calcestruzzo. Specificazioni generali: VSM 18332;
- Raccorderia in materiale termoplastico PVC rigido. Guarnizioni stagne: SN 218321;
- Tubi e raccordi in PVC rigido per condotte di scarico interrate: DIN 19534;
- Tubi e placche in PVC rigido. Resistenza agli agenti chimici: DIN 16929;
- Canalizzazioni: SIA 190;

- Tubi e raccordi in PVC rigido per condotte di scarico interrate: UNI 7447.

16.3.3 Caratteristiche fisico meccaniche della tubazione

- Denominazione: serie standard;
- Classe di rigidità: CR 0.5;
- Peso specifico: 1.4/1.5 kg/dm3;
- Carico di rottura a trazione: 470/500 Kg/cm2;
- Resistenza a compressione: 800 Kg/cm2;
- Resistenza a flessione: 800/850 Kg/cm2;
- Durezza Rockwell R: R100/120;
- Allungamento a snervamento: 5%;
- Temperatura di rammollimento: 80°C;
- Modulo elastico a trazione: 25.000/30.000 Kg/cm2;
- Coefficiente di dilatazione lineare: 6.10-5/°C;
- Assorbimento acqua: 0.10mg/cm2;
- Rigidità dielettrica: 25.000 V/mm;
- Conducibilità: 0.13 Kcal/mh°C

16.3.4 Tipologie di tubazioni

16.3.4.1 Tubi in PVC rigido per condotte fognarie civili e industriali secondo UNI 1401-1; raccordi e pezzi speciali secondo UNI 7447 e Din 19534

Fornitura di tubi in PVC (polivinilcloruro) per condotte fognarie, lisci internamente ed esternamente privi di ondulazioni, aventi classe di rigidità anulare SN = 2-4-8 kN/m² costruiti per garantire la rigidità anulare richiesta in conformità UNI 1401-1. Le tubazioni della fornitura saranno in barre della lunghezza utile di 6 m corredate da bicchiere di giunzione e guarnizione inamovibile in gomma a tenuta idraulica quest'ultima conforme alla normativa UNI EN 681-1. Ogni tubo porterà impresso in modo indelebile le seguenti caratteristiche, il nome commerciale, la data di produzione, il diametro esterno del tubo, la classe di rigidità, il rapporto standard dimensionale e potranno essere in alternativa di colore rosso mattone RAL 8023 o grigio opaco RAL 7037.

I tubi saranno prodotti da Aziende operanti in regime di garanzia del Sistema Qualità secondo i principi della UNI EN ISO 9002, collaudati in stabilimento e sottoposti, secondo campionature, alla

prova richieste dalla normativa di riferimento ed accompagnati da certificato di conformità alle norme di prodotto.

16.3.4.2 Tubi in PVC a parete strutturata per condotte fognarie civili e industriali secondo EN 13476-1/2002; raccordi e pezzi speciali secondo UNI EN 1401

Fornitura di tubi in PVC-U (polivinilcloruro) a parete strutturata per condotte fognarie, lisci internamente ed esternamente privi di ondulazioni, aventi classe di rigidità anulare SN =4 - 8 -16 kN/m² codice UD costruiti per estrusione di un particolare profilo a cavità interne disposte in posizione longitudinale di forma geometrica tale da garantire la rigidità anulare richiesta in conformità a EN 13476-2 Tipo A1. Le tubazioni della fornitura saranno in barre della lunghezza utile di 3/6 m corredate da bicchiere di giunzione e guarnizione inamovibile in gomma realizzata a tenuta idraulica quest'ultima conforme alla normativa UNI EN 681-1 con materiale elastomerico.

Le tubazioni sono fabbricate utilizzando una mescola speciale con formulazione a base di PVC-U Sintex RS 21/43 di caratteristiche superiori a quella utilizzata per tubazioni a parete compatta. La particolare formulazione della mescola consente di garantire le caratteristiche della struttura nel corso dell'intera vita dell'opera

Ogni tubo porterà impresso in modo indelebile le seguenti caratteristiche, il nome del fabbricante o marchio commerciale, il marchio di qualità, la data di produzione, trafila e lotto, il diametro esterno del tubo, la classe di rigidità SN, e potranno essere in alternativa di colore rosso bruno RAL 8023 o grigio opaco RAL 7037.

I tubi oggetto sono fabbricati secondo tre distinte classi di rigidità:

Classi di rigidità anulare			
SN2	**SN4**	**SN8**	**SN16**
>2 KN/m^2	>4 KN/m^2	>8 KN/m^2	>16 KN/m2
Codice U	Codice UD	Codice UD	Codice UD

SN= Stifness Nominal (Rigidità nominale)

16.3.5 Raccordi

Fornitura di raccordi in PVC rigido con giunto a bicchiere e guarnizione in elastomero destinati al convogliamento di reflui di scarico denominati a pelo libero, per fognature civili, industriali o agricole, conformi alla norma UNI EN 1401ottenuti per stampaggio da PVC esente da plastificanti.

16.3.6 Sistema qualità e certificazioni

Le ditte produttrici di tubi e raccordi dovranno essere in possesso di certificato di conformità alle norme UNI EN ISO 9000 rilasciato secondo UNI CEI EN 45012 da ente o istituto accreditato Sincert.

Le ditte produttrici di tubi e raccordi dovranno rilasciare copia dei Certificati di Conformità del prodotto rilasciati secondo UNI CEI EN 45011 da ente o istituto terzo indipendente accreditato Sincert che attesti la conformità dei prodotti alla norma prEN 13476/1 su tutta la gamma fornita.

16.3.7 Modalità di posa in opera e collaudo

L'impresa appaltatrice dovrà installare le tubazioni in base alle "Raccomandazioni di posa n° 3" dell'I.I.P. del 11/84 e alla norma ENV 1046.

Le tubazioni saranno montate da personale specializzato previa preparazione del piano di posa, conformemente ai profili prescritti. Eseguite le giunzioni si procederà al controllo della posizione altimetrica e planimetrica della condotta ed alle conseguenti eventuali rettifiche che saranno a totale carico dell'Appaltatore. Nell'interno ed in corrispondenza dei giunti i tubi dovranno essere perfettamente puliti; sarà evitata la loro posa in opera in presenza d'acqua o di fango e nel tubo non dovranno rimanere corpi estranei, sabbia, terra, sassi od impurità di sorta. In qualunque deviazione o curva, anche ad ampio raggio, sarà disposto un efficace ancoraggio della condotta per evitare gli spostamenti: tali lavori dovranno effettuarsi prima delle prove di tenuta. Durante la posa in opera dei tubi dovranno essere rispettate tutte le norme indicate nei disegni per la protezione passiva.

Le condotte verranno collaudate in opera in ottemperanza al Decreto del Ministero dei Lavori Pubblici del 12/12/1985 e secondo quanto previsto dalla norma UNI EN1610.

In seguito vengono evidenziati gli aspetti principali della posa in opera delle tubazioni di PVC per fognature e l'importanza che essi assumono nel dimensionamento della tubazione.

16.3.7.1 Classifica degli scavi

In sede di progetto, il tipo di scavo da realizzare è strettamente connesso alla valutazione del carico, al tipo di terreno, alla squadra di operai che si intende utilizzare. Si riporta di seguito una classificazione in base agli elementi geometrici degli scavi normalmente utilizzati, evidenziandone le caratteristiche applicative.

- **Trincea stretta**

È la migliore sistemazione nella quale collocare un tubo di PVC, in quanto viene alleggerito del carico sovrastante, riuscendo a trasmettere parte di esso al terreno circostante in funzione della deformazione per schiacciamento alla quale il manufatto è sottoposto.

- **Trincea larga**

  Il carico sul tubo è sempre maggiore di quello relativo alla sistemazione in trincea stretta. Per questo motivo, in fase di progettazione, si consiglia di partire, per questioni di sicurezza, da questa ipotesi.

- **Terrapieno (posizione positiva)**

  La sommità del tubo sporge sul livello nature del terreno. L'assenza di fianchi, anche naturali, nello scavo ed il relativo cedimento del terreno, impediscono normalmente la possibilità di impiegare questo metodo nel caso di carichi pesanti.

- **Terrapieno (posizione negativo)**

  La tubazione è sistemata ad un livello inferiore a quello naturale del terreno. A motivo di una frizione piuttosto modesta in atto tra il materiale di riempimento sistemato a terrapieno ed i fianchi naturali dello scavo, il tubo può sopportare carichi leggermente superiori a quelli della posizione positiva, ma in ogni caso inferiore a quelli sopportabili nelle sistemazioni a trincea stretta ed a trincea larga.

In sintesi la suddetta classificazione degli scavi principali può essere evidenziata con la seguente Tabella, nella quale vengono rapportati tra loro:

D = diametro esterno del tubo

B = larghezza della trincea a livello della generatrice superiore del tubo

H = altezza del riempimento a partire dalla generatrice superiore del tubo

Tipi di trincea	B	
Trincea stretta	≤3D	<H/2
Trincea larga	>3D e <10D	<H/2
Trincea infinita	≥10D	≥H/2

16.3.7.2 Profondità della trincea

La profondità della trincea è determinata dalla pendenza da imporre alla tubazione e/o alla protezione che si intende fornire alla medesima. La profondità, in generale, deve essere maggiore di entrambi i seguenti valori:

$H \geq 1{,}0m$ e $H \geq 1.5D$

per tubi sotto traffico stradale o sotto terrapieno.

Negli altri casi sarà:

$H \geq 0.5m$ e $H \geq 1.5D$

16.3.7.3 Larghezza della trincea

È determinata dalla profondità di posa e dal diametro della tubazione, dovendo essere tale da consentire la sistemazione del fondo, la congiunzione dei tubi e naturalmente l'agibilità del personale. In ogni caso la trincea è tanto più efficiente quanto minore è la sua larghezza.

16.3.7.4 Fondo della trincea

È costituito da materiale riportato (normalmente sabbia), in modo da costruire un supporto continuo alla tubazione. Si consigliano, in quanto possibile, fondi costruire da gettate di cemento o simili.

Predisporre, alle prevedibili distanze, opportune nicchie per l'alloggiamento dei giunti, in modo che anche questi siano opportunamente supportati. In questa operazione si deve controllare la pendenza della tubazione.

16.3.7.5 Letto di posa

Il letto di posa non deve essere costituito prima della completa stabilizzazione del fondo della trincea. In pratica il materiale 10-15 mm oppure di sabbia mista a ghiaia con dimetro massimo di 20 mm.

L'altezza minima del letto di posa è 0,10 m oppure D/ 10.

16.3.7.6 Posa del tubo

Prima di procedere alla loro posa in opera, i tubi devono essere controllati uno per scoprire eventuali difetti. Le code, i bicchieri, le guarnizioni devono essere integre.

I tubi ed i raccordi devono essere sistemati sul letto di posa in modo da avere un contatto continuo con il letto stesso.

Le nicchie precedentemente scavate per l'alloggiamento dei bicchieri devono, se necessario, essere accuratamente riempite, in modo da eliminare eventualmente spazi vuoti i bicchieri stessi.

16.3.7.7 Riempimento

Il riempimento della trincea ed in generale dello scavo è l'operazione fondamentale della posa in opera. Infatti, trattandosi di tubazioni di PVC e quindi flessibili, l'uniformità del terreno circostante

è fondamentale per la corretta realizzazione di una struttura portante, in quanto il terreno, deformato dalla tubazione, reagisce in modo da contribuire a sopportare il carico imposto.

Il materiale già usato per la costruzione del letto verrà sistemato attorno al tubo e costipato a mano per formare strati successivi di 20-30 cm fino alla mezzeria del tubo, avendo massima cura nel verificare che non rimangono zone vuote sotto al tubo e che il rinfianco tra il tubo e parete dello scavo sia continuo e compatto.

Durante tale operazione verranno recuperate le eventuali impalcature poste per il contenimento delle pareti dello scavo.

Il secondo strato di rinfianco giungerà fino alla generatrice superiore del tubo. La sua compattezza dovrà essere eseguita sempre con massima attenzione. Il terzo strato giungerà ad una quota superiore per 15 cm a quella della generatrice più alta del tubo. La compattezza avverrà solo lateralmente al tubo, mai sulla sua verticale.

L'ulteriore riempimento sarà effettuato con il materiale proveniente dallo scavo, depurato dagli elementi con diametro superiore a 10 cm e dai frammenti vegetali ed animali.

Gli elementi con diametro superiore a 2 cm, presenti in quantità superiori al 30%, devono essere eliminati, almeno per l'aliquota eccedente tale limite. Le terre difficilmente comprimibili: torbose, argillose, ghiacciate, sono da scartare. Il riempimento va eseguito per strati successivi di spessore pari a 30 cm che devono essere compattati ed eventualmente bagnati per lo spessore di 1 m (misurato dalla generatrice superiore del tubo).

16.3.7.8 Raccordi e collegamenti speciali

Lo sviluppo tecnologico nel settore delle materie plastiche ha permesso la produzione di un'estesa gamma di raccordi e pezzi speciali che consentono di risolvere tutti i problemi connessi alle tubazioni di PVC per fognature. Le loro dimensioni e le loro caratteristiche sono definite dalla normativa UNI EN 1401.

16.3.7.9 Collaudo

Dal punto di vista funzionale il collaudo deve verificare:

1) la deformazione diametrale;
2) la perfetta tenuta idraulica della tubazione

Nel novembre 99 è stata pubblicata dall'UNI una norma tecnica UNI EN 1610 che indica i requisiti per la costruzione e il collaudo di connessioni di scarico e collettori fognatura. Il metodo di seguito

fornito è basato sul procedimento (collaudo con acqua) prescritto da questa norma. Alle estremità del tratto di condotta interessata (è raccomandabile che le estremità siano pulite preventivamente per consentire le migliori condizioni di prova), devono essere predisposti sistemi di tenuta della pressione (ad esempio testate cieche gonfiabili, cuscinetti di tenuta) collegati ad opportuni dispositivi di pressione dotati di sistemi di misura della colonna piezometrica. A seguire il tratto di condotta deve essere riempito di acqua fin oltre il colmo per evitare presenze di bolle d'aria nella tubazione durante la prova che ne comprometterebbero gli esiti. La colonna piezometrica deve a questo punto essere riempita fino ad una altezza di 5 m per ottenere una pressione idrostatica nel tratto di condotta di 50 kPa pari 0,5 bar.

Allo scopo di predisporre per gli opportuni dispositivi di tenuta idraulica, di seguito vengono fornite le tabelle dei volumi di riempimento per metro di tubo e delle spinte idrauliche sulle estremità risultanti dalle pressioni di prova.

SN4

de (mm)	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1200
V riempimento (l)	17,9	28,1	44,0	69,8	112,4	176,3	277,8	447,7	701,4	1018,9
Spinta idraulica (kg)	89,4	140,3	219,8	349,0	562,0	881,6	1388,9	2238,5	3506,9	5094,6

SN8

de (mm)	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1200
V riempimento (l)	17,7	27,6	43,2	68,5	110,4	172,8	274,5	443,1	699,9	1011,8
Spinta idraulica (kg)	88,4	138,2	215,8	342,7	552,2	863,8	1372,6	2215,4	3499,5	5058,8

La pressione deve essere mantenuta **rabboccando con acqua** per 30 $\pm$ 1 min, entro una variazione massima rispetto alla pressione di prova di 1kPa pari a 0,01 bar. La quantità di acqua Vw aggiunta complessivamente per ottenere il mantenimento della pressione di collaudo nei 30 minuti di durata della prova deve essere misurata e soddisfare:

$Vw \leq 0{,}15$ l/m^2 per le tubazioni

$Vw \leq 0{,}20$ l/m^2 per tubazioni + pozzetti

$Vw \leq 0{,}40$ l/m^2 per i pozzetti e le camere di ispezione

Dove i m^2 si riferiscono alla superficie interna bagnata.

La verifica dell'esito del collaudo può essere effettuata per confronto tra i valori di volume pari a acqua di rabbocco misurata e i valori unitari (riferiti a 1 metro di condotta collaudata) massimi ammissibili calcolati e riportati nella tabella sottostante. La superficie bagnata che è stata considerata non prende in considerazione le superfici delle due sezioni essendo queste di valore trascurabile sul totale. La tabella sotto riportata si riferisce inoltre al collaudo di tratti di sola tubazione, essendo il collaudo dei pozzetti e delle camere fortemente influenzato dalla geometria di questi ultimi è raccomandabile sviluppare il calcolo caso per caso a fronte dei dati del costruttore.

Volumi di rabbocco massimi ammissibili per metro di tubo sottoposto a collaudo

de (mm)	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1200
SN4 - Vw max (l/m)	0,071	0,089	0,111	0,140	0,178	0,223	0,280	0,356	0,445	0,537
SN8 - Vw max (l/m)	0,071	0,088	0,110	0,139	0,177	0,221	0,279	0,354	0,445	0,535

16.4 Prove di tenuta idraulica

16.4.1 Prove di tenuta idraulica per tubazioni in pressione

Le prove delle condotte in opera consisteranno nel sottoporre a pressione interna tratti di tubazione la cui lunghezza dovrà essere la massima possibile e con il maggior numero di pezzi speciali, saracinesche, attraversamenti di manufatti o strade, ecc., già inseriti nella condotta stessa.

In casi particolari o su richiesta dell'impresa o su ordine della Direzione Lavori si eseguiranno le prove con le tubazioni completamente interrate.

L'impresa non avrà diritto in nessun caso a nessun compenso per la ricerca e la individuazione di eventuali perdite che risultassero dalla prova a pressione quando anche la Direzione Lavori avesse ordinato il reinterro delle tubazioni prima di effettuare le prove a pressione.

Le testate delle tratte di condotta di prova saranno chiuse mediante apposite apparecchiature fissate su ancoraggi dimensionati per le pressioni e diametri in gioco; dette apparecchiature avranno dimensioni e forme scelte dall'impresa che è responsabile della loro perfetta inamovibilità e tenuta. In tutte le prove una volta raggiunta nella tratta in prova, mediante pompaggio d'acqua, la pressione prescritta verrà disinnestata la pompa in maniera che non sia più possibile il pompaggio e verrà

chiuso a chiave il manometro scrivente (già messo a punto) controllato da un manometro campione precedentemente montato in parallelo.

Le spese per le prove sia in officina sia in opera saranno a totale carico dell'Impresa, la quale dovrà eseguire tutti i lavori prescritti e quanti altri ne possano occorrere (chiusure di saracinesche perdenti con flange cieche, scavi, ripristini, ecc.) e mettere a disposizione della Direzione Lavori qualsiasi mezzo, strumento od altro che fosse necessario al buon andamento ed alla riuscita delle prove stesse; verificandosi rottura di tubazioni o di altre parti delle condotte queste dovranno essere cambiate, restando a carico dell'impresa gli eventuali maggiori pezzi speciali e giunti che fosse necessario installare, nonché i movimenti di terra, gli aggottamenti, i ripristini ed ogni altra qualsiasi opera fino alla completa riuscita delle prove.

L'acqua di riempimento delle condotte dovrà essere limpida e contenere una fortissima percentuale di ipoclorito od altro prodotto di analoga azione disinfettante: il tutto a cura e scelta dell'impresa responsabile della riuscita finale delle prove e della disinfezione delle condotte.

Terminate le prove l'appaltatore dovrà esibire il certificato di potabilità rilasciato dall'Autorità Sanitaria competente.

Il manometro del tipo scrivente da usare per le prove, dovrà essere inserito nel punto delle tratte in prova avente la quota media del tratto in pressione.

Prima della prova con la condotta in leggera pressione verranno ripetutamente aperti i rubinetti opportunamente installati nelle cuspidi intermedie e terminali, fino alla totale eliminazione dell'aria o gas contenuti nella condotta e ciò sino a che vi fuoriesca solo acqua.

16.4.1.1 Tubazioni in polietilene ad alta densità

Il collaudo completo consiste in due prove:

a) prova preliminare:

si effettua il riempimento della condotta con acqua avendo cura che l'aria contenuta nei tubi sia completamente espulsa.

Le condizioni di prova sono:

- pressione: 1,5 volte la pressione nominale del tubo
- durata: 12 ore.

Ad intervalli di tempo man mano crescenti si dovrà ripristinare la pressione pompando acqua nella condotta; eventuali giunti flangiati dovranno essere verificati ed i bulloni dovranno essere serrati per evitare l'espulsione delle guarnizioni.

Con una pressione di prova pari a 1,5 PN non si deve avere un aumento di volume superiore all'1,5% e 3% complessivo.

La variazione di pressione per ogni 10 gradi centigradi si dovrà valutare il massimo fra 0,5 e 1 kg/cmq.

Nella redazione del bollettino di prova si dovrà riportare:

- temperatura di inizio prova ed eventuali variazioni di temperatura;
- pressioni di prova;
- volume di acqua aggiunto nel corso della prova ed intervalli di pompaggio;
- durata della prova ed osservazioni.

b) Prova principale

La si effettua al termine della prova preliminare con le seguenti condizioni:

- pressione: uguale alla pressione esistente nella condotta al termine della prova preliminare
- durata: 30 minuti ogni 100 m di lunghezza, con un minimo di 2 ore
- caduta massima di pressione ammessa: da 0,1 e 0,2 kg/cmq/ora.

16.4.1.2 Tubazioni in acciaio

Saranno eseguite due prove: nella prima le tubazioni saranno provate in opera senza apparecchiature portando la pressione interna fino alla massima pressione d'esercizio possibile aumentata di 10 atm.

La prima prova sarà ritenuta valida se nel periodo di 8 ore la detta pressione non sarà scesa di più del 3% (tre per cento) del valore iniziale.

Nella seconda prova, da eseguirsi a condotta interrata e completa di pezzi speciali e valvole, la pressione sarà di 3 atm superiore a quella idrostatica e sarà ritenuta valida se nel periodo di 4 ore non sarà scesa di più del 3% (tre per cento) del valore iniziale.

16.4.1.3 Tubazioni in P.V.C.

Come prima operazione si dovrà procedere ad ancorare la condotta nello scavo mediante parziale riempimento con terra vagliata, con l'avvertenza però di lasciare i giunti scoperti ed ispezionabili.

Ciò per consentire il controllo della loro tenuta idraulica e per evitare comunque il movimento orizzontale e verticale dei tubi e dei giunti stessi sottoposti a pressione.

Si procederà quindi al riempimento con acqua dal punto più depresso della tratta ove verrà installato pure il manometro.

Si avrà la massima cura nel lasciare aperti i rubinetti, sfiati, ecc., onde consentire la completa fuoriuscita dell'aria.

Riempita la tratta nel modo sopra descritto la si metterà in pressione a mezzo di una pompa, salendo gradualmente di 1 kg/cmq al minuto primo fino a raggiungere la pressione di esercizio a 20 gradi centigradi.

Questa verrà mantenuta per circa 4 ore, per consentire l'assestamento dei giunti e l'eliminazione di eventuali perdite che non richiedono lo svuotamento della condotta. Ad esito positivo di questa prova si procederà a portare la tratta interessata alla pressione di prova idraulica.

Quest'ultima sarà di 1,5 volte la pressione di esercizio a 20 gradi centigradi e dovrà rimanere costante per una durata di 5 ore.

Solo ad esito positivo della suddetta prova, si procederà al totale reintegro del tronco in esame.

16.4.2 Prove di tenuta idraulica per condotte a gravità

In linea generale, per tutte le tipologie di tubazione la predisposizione della prova di tenuta idraulica verrà eseguita seguendo le modalità sotto riportate:

1) tappare il tratto di condotto da sottoporre a prova mediante tappi pneumatici adatti alla sezione del condotto;
2) tale tratto di condotto deve comprendere almeno 3-4 pozzetti di linea per volta;
3) il tratto viene riempito di acqua fino a quando questa non comincerà a sfiorare dal pozzetto a quota più bassa, avendo cura di verificare che la pressione risulti almeno 0.1 bar e al massimo 0.5 bar;

16.4.2.1 Tubazioni in P.V.C.

Come termine di accettabilità della prova idraulica devono essere adottati i criteri riportati all'interno della norma UNI 1401-3 e della norma UNI 1610.

La durata della prova viene fissata in 30 minuti ed il collaudo può essere ritenuto positivo se la perdita d'acqua al termine della prova risulta inferiore a 0.04 l/m^2 o 0.05 l/m^2 nel caso si includano pozzetti o camerette (i metri quadrati si riferiscono alla superficie interna bagnata).

16.4.3 Procedimento e requisiti per il collaudo delle tubazioni con scorrimento a gravità

16.4.3.1 Generalità

Il collaudo della tenuta delle tubazioni, pozzetti e camere di ispezione, può essere effettuato ad aria (metodo "L") oppure ad acqua (metodo "W") secondo quanto previsto dalla norma UNI EN 1610 del novembre 1999

A richiesta della D.L., e secondo le indicazioni della stessa dovrà essere eseguita una prova di impermeabilità così come di seguito esplicitato.

Nel caso di prova con aria non venga superata la prima volta e anche le successive è consentito il ricorso alla prova ad acqua e sarà decisivo soltanto il risultato della prova con acqua

16.4.3.2 Prova di collaudo con aria –metodo "L" –

I tempi di prova per tubazioni in calcestruzzo verniciato e per tutti gli altri tipi di materiale, sono contenuti nella tabella di cui al punto 13.2 della UNI EN 1610, per il collaudo di camere di ispezione e pozzetti si dovrà utilizzare la prova ad acqua

Normalmente, salva diversa prescrizione si può utilizzare il metodo LC di cui alla tabella1 sottostante

	diametro in mm	Kp	**Po**	**Δp**	Log e	t	**min**	**sec**
LC	**250**	0,048	**100**	**15**	0,1625183	3,386	**3**	**30**
	300	0,04	**100**	**15**	0,16251893	4,063	**4**	**0**
	350	0,034286	**100**	**15**	0,1625183	4,74	**5**	**0**
	400	0,03	**100**	**15**	0,1625183	5,417	**6**	**0**
	450	0,026667	**100**	**15**	0,1625183	6,094	**7**	**0**
	500	0,024	**100**	**15**	0,1625183	6,772	**7**	**0**

	600	0,02	**100**	**15**	0,1625183	8,126	**9**	**0**
	700	0,017143	**100**	**15**	0,1625183	9,48	**10**	**0**
	800	0,015	**100**	**15**	0,1625183	10,83	**11**	**0**
	900	0,013333	**100**	**15**	0,1625183	12,19	**13**	**0**
	1000	0,012	**100**	**15**	0,1625183	13,54	**14**	**0**
	1100	0,010909	**100**	**15**	0,1625183	14,9	**15**	**0**
	1200	0,01	**100**	**15**	0,1625183	16,25	**17**	**0**
	1300	0,009231	**100**	**15**	0,1625183	17,61	**18**	**0**
	1400	0,008571	**100**	**15**	0,1625183	18,96	**19**	**0**
	1500	0,008	**100**	**15**	0,1625183	20,31	**21**	**0**
	1600	0,0075	**100**	**15**	0,1625183	21,67	**22**	**0**
	1800	0,006667	**100**	**15**	0,1625183	24,38	**25**	**0**
	2000	0,006	**100**	**15**	0,1625183	27,09	**28**	**0**

Po: pressione di prova espressa in [mbar] che ad inizio prova si dovrà portare per 5 min una pressione iniziale maggiore del 10% della pressione di prova richiesta

- Δp: caduta di pressione massima consentita

Se la perdita di pressione misurata dopo il tempo di prova è minore del Δp indicato nella tabella 1 la tubazione è conforme

16.4.3.3 Prova di collaudo ad acqua – metodo "W" -

La pressione di prova è la pressione equivalente o risultante dal riempimento della sezione di prova fino al livello del terreno in corrispondenza dei pozzetti di monte o a valle a seconda dei casi con una pressione massima di 500 mbar ed una minima di100 mbar misurata sulla generatrice superiore del tubo

Prima di dare inizio alla prova, i tubi e o i pozzetti dovranno essere saturi d'acqua, a tale scopo quando quanto i tubi sono in conglomerato cementizio, la canalizzazione sarà riempita d'acqua 24 ore prima della prova, mentre se i tubi sono in grès, potrebbe essere sufficiente 1 ora prima della prova.

La prova avrà una durata di (30 ± 1) minuti, si dovrà mantenere la pressione entro 10 mbar della pressione definita, rabboccando con acqua.

Il requisito di prova è soddisfatto se la quantità di acqua aggiunta non è maggiore di quanto indicato nella tabella 2.

TABELLA 2					
PROVA D'IMPERMEABILITA' DELLE TUBAZIONI					
Tubazioni		Tubazioni che comprendono anche i pozzetti		Pozzetti e camere di ispezione	
Aggiunta d'acqua l/m² per superficie interna bagnata	Tempo in minuti	Aggiunta d'acqua l/m² per superficie interna bagnata	Tempo in minuti	Aggiunta d'acqua l/m² per superficie interna bagnata	Tempo in minuti
0,15	30	0,20	30	0,40	30

17 ELEMENTI SCATOLARI IN C.A.P.

Fornitura e posa di elementi prefabbricati in calcestruzzo vibrocompresso armato, a sezione quadrata di dimensioni interne nette di cm 150x150, aventi lunghezza 200 cm e spessore delle pareti non inferiore a cm 16. Gli elementi prefabbricati dovranno essere dimensionati per l'impiego, per resistere ai carichi stradali di 2000 kg/mq con ricoprimenti minimi e massimi rilevati dal profilo longitudinale di progetto, Tipo di costruzione 2, Vita nominale dell'opera 50 anni, Classe d'uso II.

Scatolare "chiuso" in calcestruzzo armato (C 40/50 N/mm² XC2, B450C) eseguito secondo le Nuove Norme Tecniche vigenti, e in particolare alla UNI EN 14844: 2012 (prodotti con marcatura CE). La tubazione sarà rivestita internamente con un Liner di Polietilene ad Alta Densità HDPE perfettamente integrato nel getto per mezzo del sistema di ancoraggio tipo T GRIP su tutta la superficie senza interruzioni, in modo da consentirne il perfetto fissaggio al calcestruzzo. La giunzione sarà del tipo a bicchiere e la tenuta idraulica sarà garantita sul giunto per mezzo di saldatura eseguita da personale abilitato (munito di regolare patentino), secondo le norme UNI EN 13067 per Classe 7 PE 7.5+3 PE 3.2 e DVS 2212:2008 per classe II-1.1, al fine di garantire l'assoluta tenuta stagna.

Tutte le saldature saranno verificate con la tecnica dello scintillografo a cui seguirà il rilascio di un verbale che attesti la positività di ogni saldatura.

Le armature in particolare dovranno essere realizzate con doppia rete elettrosaldata e ferri aggiuntivi sagomati.

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, a norma ASTM C-990, che in fase di schiacciamento verrà compressa in modo tale da riempire completamente i vuoti tra gli incastri assicurando così la tenuta idraulica (come da particolari esecutivi).

I manufatti dovranno essere 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 (a richiesta di sezione circolare e/o rettangolare) 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.

La base d'appoggio dovrà essere costituita da un getto di cls della classe e dimensione come da disegni esecutivi, compreso l'onere del controllo della livelletta con l'ausilio di idonee apparecchiature laser.

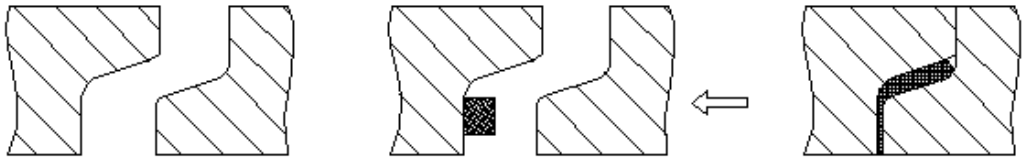
La fornitura dell'elemento scatolare dovrà essere corredata da:

- Fascicolo tecnico riportante le verifiche statiche nel rispetto dei requisiti minimi prestazionali sopra indicati
- Dichiarazione di Prestazione CE
- Certificato CE
- Specifica trasporto scarico e movimentazione
- Relazione Tecnica Illustrativa
- Piano Manutenzione Scatolari

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.

PARTICOLARI INCASTRI

FASE 1: A RIPOSO FASE 2: POSA GUARNIZIONE FASE 3: SCHIACCIAMENTO



Dovrà essere inclusa guarnizione a cuspide da applicare sui giunti degli scatolari durante la fase di posa e le saldature a tenuta dei giunti ad estrusione (per apporto di materiale) eseguita da personale specializzato con rilascio di certificato di collaudo a lavori ultimati.

18 **DISSABBIATORE**

DISSABBIATORE STATICO monoblocco prefabbricato in C.A. da interrare realizzato con calcestruzzo autocompattante SCC (Self Compacting Concrete), confezionato con CEMENTO PORTLAND conforme a UNI EN 197-1, con aggiunta di minerali tipo I – carbonato di calcio filler ventilato ed inerti conformi a UNI EN 12620, avente resistenza a compressione C50/60 (Rck ≥ 600 Kg./cmq.), classi di esposizione XC4 (cls resistente alla corrosione da carbonatazione), XS2/XD2 (cls resistente alla corrosione da cloruri), XF1 (cls resistente all'attacco del gelo/disgelo), XA2 (cls resistente ad ambienti chimici aggressivi) conformi norma UNI EN 206-1, dotato di armature interne d'acciaio ad aderenza migliorata e rete elettrosaldata tipo B450C controllate in stabilimento, il tutto conforme D.M. 17.01.2018, avente superfici esterne ed interne con finitura faccia a vista a totale eliminazione di porosità e nidi di ghiaia - completo di deviatori di flusso (deflettori) in acciaio INOX AISI 304 posti in prossimità delle tubazioni di ingresso e scarico acque, eventuali lastre divisorie in C.A. per realizzazione camere interne di trattamento, manicotti sigillati a tenuta idraulica a pareti vasca per collegamento tubazioni in PVC ingresso e scarico.

VASCHE SENZA FONDO (PROLUNGA) monoblocco prefabbricate in C.A.complete di:

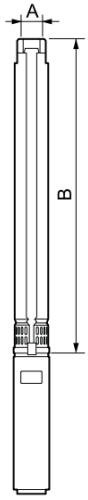
- piastre in acciaio INOX AISI 304, relativi tasselli ad espansione per ancoraggio alla vasca sottostante;
- silicone per sigillatura giunto di contatto fondello/prolunga;
- n.ro 3+3 puntoni interni in inox AISI304
- Maggiorazione armatura interna in acciaio ad aderenza migliorata;

COPERTURA CARRABILE traffico pesante (carichi stradali di 1° categoria) monoblocco prefabbricata in C.A. realizzata con calcestruzzo autocompattante SCC (Self Compacting Concrete), confezionato con CEMENTO PORTLAND conforme a UNI EN 197-1, con aggiunta di minerali tipo I – carbonato di calcio filler ventilato ed inerti conformi a UNI EN 12620, avente resistenza a compressione C50/60 (Rck ≥ 600 Kg./cmq.), classi di esposizione XC4 (cls resistente alla corrosione da carbonatazione), XS2/XD2 (cls resistente alla corrosione da cloruri), XF1 (cls resistente all'attacco del gelo/disgelo), XA2 (cls resistente ad ambienti chimici aggressivi) conformi norma UNI EN 206-1, dotata di armature interne d'acciaio ad aderenza migliorata e rete elettrosaldata tipo B450C controllate in stabilimento, il tutto conforme D.M. 17.01.2018, avente superfici esterne ed interne con finitura faccia a vista a totale eliminazione di porosità e nidi di ghiaia - completa di chiusini in ghisa sferoidale D400.

19 ELETTROPOMPA SOMMERSA PER POZZO DI PRIMA FALDA

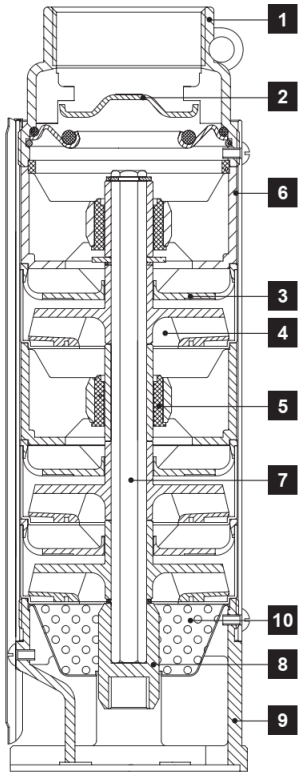
Elettropompa centrifuga multistadio a flusso radiale e semiassiale con valvola di ritegno incorporata nel corpo di mandata e camicia esterna in acciaio inox.

Dimensioni di ingombro



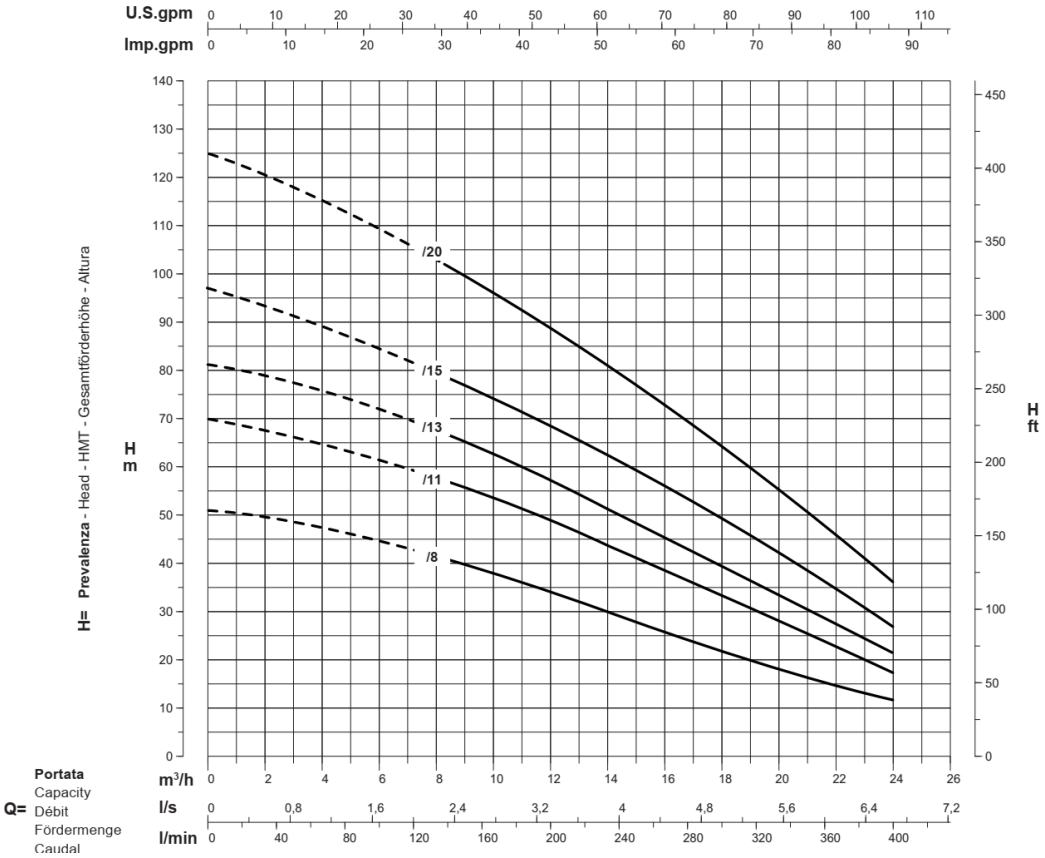
A	B	Peso
2"	1489 mm	13.5 kg

Lista dei componenti



1	**Corpo premente** Delivery bowl Sortie Druckkörper Cuerpo impulsión	**Acciaio inox** Stainless steel Acier inox Edelstahl Acero inoxidable
2	**Valvola di ritegno** Retaining valve Clapet de retenue Rückschlagventil Válvula de retención	**Acciaio inox** Stainless steel Acier inox Edelstahl Acero inoxidable
3	**Diffusore** Diffuser Diffuseur Diffusor Difusor	**Resina termoplastica** Thermoplastic resin Résine thermoplastique Thermoplastik Resina termoplástica
4	**Girante** Impeller Roue Laufrad Rodete	**Resina termoplastica** Thermoplastic resin Résine thermoplastique Thermoplastik Resina termoplástica
5	**Cuscinetto di guida** Journal bearing Coussinet de guidage Führungslager Cojinete de guía	**Gomma** Rubber Elastomère Gummi Goma
6	**Camicia esterna** External casing Chemise extérieure Ausserer mantel Camisa exterior	**Acciaio inox** Stainless steel Acier inox Edelstahl Acero inoxidable
7	**Albero pompa** Pump shaft Arbre de pompe Pumpenwelle Eje bomba	**Acciaio inox** Stainless steel Acier inox Edelstahl Acero inoxidable
8	**Manicotto** Coupling Manchon Hülse Manguito	**Acciaio inox** Stainless steel Acier inox Edelstahl Acero inoxidable
9	**Corpo aspirazione** Suction bowl Corps d'aspiration Saugkörper Cuerpo de aspiración	**Acciaio inox** Stainless steel Acier inox Edelstahl Acero inoxidable
10	**Griglia filtrante** Suction grid Grille filtrante Filtergitter Rejilla filtrante	**Acciaio inox** Stainless steel Acier inox Edelstahl Acero inoxidable

Curve di funzionamento



20 FITODEPURAZIONE

20.1 QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI

L'Appaltatore è obbligato in qualsiasi momento, ad eseguire od a far eseguire presso il laboratorio di cantiere, presso gli stabilimenti di produzione o presso gli Istituti autorizzati, tutte le prove prescritte dal presente Capitolato o dalla Direzione dei Lavori, sui materiali impiegati o da impiegarsi, nonché sui manufatti, sia prefabbricati che formati in opera e sulle forniture in genere.
Il prelievo dei campioni, da eseguire secondo le norme del C.N.R., verrà effettuato in contraddittorio e sarà appositamente verbalizzato.
I materiali occorrenti per la costruzione delle opere proverranno da quelle località che l'impresa riterrà di sua convenienza, ché purché ad insindacabile giudizio della D.L. siano riconosciuti da buona qualità e rispondano ai requisiti appresso indicati.
Quando la D.L. avrà rifiutato qualche provvista di materiale perché ritenuta, a suo insindacabile giudizio, non idonea ai lavori, l'impresa dovrà sostituirla con altra che risponda ai requisiti voluti: i materiali rifiutati dovranno essere immediatamente allontanati dalla sede del lavoro e dai cantieri a cura e spese dell'Appaltatore.
L'impresa che nel proprio interesse e di sua iniziativa, impieghi materiali di qualità migliore di quella prescritta o di lavorazione più accurata, non ha diritto ad alcun aumento di prezzi.
In questo caso il computo delle quantità verrà eseguito come se i materiali e la lavorazione abbiano le dimensioni, le qualità e il magistero stabiliti nel presente Capitolato.
Se invece sarà ammessa dall'Amministrazione una minore dimensione dei materiali e delle opere, ovvero una minore lavorazione, i prezzi verranno ridotti in proporzione delle diminuite dimensioni e delle diverse caratteristiche e dimensioni.
Tutti i materiali indistintamente potranno essere sottoposti a prove di resistenza e di qualità, anche ripetute, a cura della D.L. ed a spese dell'impresa.

20.1.1 ACQUA

L'acqua dovrà essere dolce, limpida, scevra da materie terrose, per impasti cementizi non dovrà presentare tracce di cloruri e solfati; non dovrà contenere tracce di olii, alcali forti e materiale vegetale. Dovranno essere eseguite le opportune analisi chimiche.

20.1.2 CEMENTI ED AGGLOMERATI CEMENTIZI

I cementi e gli agglomerati cementizi dovranno corrispondere a tutte le particolari prescrizioni del R.D. 16.11.1939 n. 2228, delle circolari del Ministero dei LL.PP. n. 1042 del 04.05.61 e dei DD.MM. 04.01.66 e 30.05.72 e successive modificazioni.

Le ditte fornitrici dei cementi ed agglomerati per l'esecuzione delle opere, dovranno essere di gradimento della D.L. e ad essa è riservato il diritto di prelevare da ogni partita di cemento in arrivo un campione per giudicare insindacabilmente se il cemento possa essere adottato o meno e del quale saranno prelevate 4 blocchetti da ogni partita per le prove.

20.1.3 GHIAIA, PIETRISCO, PIETRAME E SABBIA PER CALCESTRUZZI E MURATURE

Le ghiaie, i pietrischi e la sabbia da impiegare nella confezione dei calcestruzzi dovranno avere le qualità e dimensioni stabilite dalle norme governative di cui al R.D. 16.11.1939, n. 2229 e dovranno essere costituite da elementi omogenei derivanti da rocce resistenti il più possibile e non gelive; tra le ghiaie si escluderanno quelle contenenti elementi di scarsa resistenza meccanica, sfaldabili facilmente, gelivi e rivestiti di incrostazioni. La granulometria degli aggregati litici per conglomerati sarà prescritta dalla D.L. in base alla designazione, al dosaggio del cemento ed alle condizioni di messa in opera dei calcestruzzi. L'impresa dovrà garantire la costanza delle caratteristiche granulometriche per ogni lavoro.
L'impresa dovrà disporre delle serie di vagli normali atti a consentire alla D.L. normali controlli. In linea di massima, per quanto riguarda le dimensioni, elementi delle ghiaie e dei pietrischi dovranno essere delle dimensioni da 40 mm. a 71 mm. (trattenute dal crivello 40 UNI 2334 e passanti a quello 71 UNI 2334) per lavori correnti di fondazione ed elevazione, muri di sostegno, rivestimento gettato in sito; da 40 a 50 mm. (crivelli 15 e 25 UNI 2334) se si tratta di getti di elevazione di limitato spessore. La sabbia in genere dovrà avere grani ben assortiti in grossezza, non provenienti da rocce in decomposizione e gessose, dovrà essere scricchiolante alla mano ed assolutamente scevra da materie terrose, organiche e di salsedine. Dovrà essere preferibilmente di qualità silicea e provenire da rocce aventi alta resistenza alla compressione. Resta in facoltà della D.L. di ordinare che la sabbia, la ghiaia ed il pietrisco, prima dell'uso, siano accuratamente lavati in acqua con mezzi idonei in modo da risultare perfettamente pulite, e ciò senza che sia dovuto all'Appaltatore alcun compenso speciale.
Le pietre naturali da impiegarsi nelle murature dovranno rispondere ai requisiti richiesti dal R.D. 16.11.1939 n. 2232 e comunque essere a grana compatta ed ognuna da cappellaccio, esenti da piani di sfaldamento, senza screpolature, peli, venature, interclusioni di sostanze estranee; dovranno avere dimensioni adatte al particolare loro impiego ed offrire una resistenza proporzionata all'entità della sollecitazione cui devono essere assoggettate; saranno escluse le pietre alterabili all'azione degli agenti atmosferici e dell'acqua corrente.
Le pietre da taglio, oltre a possedere gli accennati requisiti e caratteri generali, dovranno essere sonori alla percussione, immuni da fenditure e litoclasi e di perfetta lavorabilità.
I tufi dovranno essere di struttura compatta ed uniforme evitando quelli pomiciosi e facilmente friabili, nonché i cappellacci-; saranno impiegati solo in relazione alla loro resistenza e solo dopo autorizzazione della D.L.

20.1.4 SPECIFICHE SULLA GRANULOMETRIA DEGLI INERTI PER VASCHE DI FITODEPURAZIONE

Si intende la fornitura, il trasporto, lo scarico e la perfetta messa in opera di materiali inerti naturali derivanti da frantumazione.
I materiali impiegati dovranno rispondere rigorosamente alle seguenti specifiche.
Strato inferiore (Primi 50 cm di spessore medio):

- Aggregato pietrischetto di roccia naturale minerale.
- Diametro nominale delle particelle: compreso tra 12 e 20 mm.
- Provenienza: ottenuto esclusivamente dalla frantumazione di ciottoli o ghiaia di fiume.

Strato superiore (Ulteriori 50 cm di spessore):

- Aggregato graniglia di roccia naturale calcarea o dolomitica.
- Diametro nominale delle particelle: compreso tra 3 e 6 mm.
- Provenienza: ottenuto da frantumazione.

Tutte le ghiaie fornite in cantiere dovranno essere preventivamente e accuratamente ben lavate al fine di eliminare frazioni fini, limi, argille o altre sostanze organiche nocive che possano alterare la capacità drenante o la stabilità dello strato.
Prima dell'inizio dei lavori, e in ogni caso antecedentemente alla messa in opera del materiale di riempimento, l'Appaltatore ha l'obbligo di sottoporre all'approvazione della Direzione Lavori una dettagliata scheda tecnica descrittiva del materiale proposto.
La documentazione a corredo della richiesta di approvazione deve obbligatoriamente includere:

- Analisi granulometrica completa, con indicazione dei valori caratteristici d10 e d60.
- Curva granulometrica del materiale.
- Certificazione della conducibilità idraulica (permeabilità).
- Rapporto di prova relativo alle caratteristiche chimico-fisiche della roccia.

L'approvazione e la scelta definitiva del materiale rimangono ad esclusivo e insindacabile giudizio della Direzione Lavori. I materiali che non risulteranno conformi alla documentazione approvata saranno rifiutati e dovranno essere allontanati dal cantiere a totale cura e spese dell'Appaltatore. Durante il corso della fornitura, la Direzione Lavori si riserva la facoltà di richiedere, a suo insindacabile giudizio, ulteriori controlli, campionamenti e prove di laboratorio per verificare la costanza qualitativa dei materiali consegnati.

20.1.5 MATERIALI FERROSI

I materiali ferrosi da impiegare nei lavori dovranno essere esenti da scorie, soffiature, brecciature, paglie o da qualsiasi altro difetto apparente o latente di fusione, laminazione, trafilatura, fucinature e simili.
Essi dovranno rispondere a tutte le condizioni previste dalle vigenti disposizioni di legislative, dal D.M. 27 luglio 1985 nonche' dalle norme U.N.I. vigenti e presentare inoltre, a seconda della loro qualità, i seguenti requisiti:

1) Ferro - il ferro comune dovrà essere di prima qualità, eminentemente duttile e tenace e di marcatissima struttura fibrosa. Esso dovrà essere malleabile, liscio alla superficie esterna, privo di screpolature, senza saldature aperture e senza altre soluzioni di continuità.
2) Acciaio dolce laminato - L'acciaio extradolce laminato (comunemente chiamato ferro omogeneo) dovrà essere eminentemente dolce e malleabile, perfettamente lavorabile a freddo ed a caldo, senza presentare screpolature od alterazioni; dovrà essere saldabile e non suscettibile di prendere la tempra.
Alla rottura dovrà presentare struttura finemente granulare ad aspetto sericeo.
3) Acciaio fuso in getti - L'acciaio fuso in getti per cuscinetti, cerniere, rulli di ponti e per qualsiasi altro lavoro, dovrà essere di prima qualità, esente da soffiature e da qualsiasi altro difetto.
4) L'acciaio sagomato ad alta resistenza dovrà soddisfare le seguenti condizioni: il carico di sicurezza non deve superare il 35% del carico di rottura; non deve inoltre superare il 40% del carico di snervamento quando il limite elastico sia stato elevato artificialmente con trattamento a freddo (torsione, trafila), il 50% negli altri casi. Il carico di sicurezza non deve comunque superare il limite massimo di 2400 kg/cm².
Detti acciai debbono essere impiegati con conglomerati cementizi di qualità aventi resistenza cubica a 28 gg. di stagionatura non inferiore a chilogrammi/cm² 250; questa resistenza e' riducibile a kg/cm² 200 quando la tensione nell'acciaio sia limitata a kg/cm² 2200.
Le caratteristiche e le modalità' d'impiego degli acciai ad aderenza migliorata saranno quelle indicate nel D.M. 1 aprile 1983.
5) Ghisa - la ghisa dovrà essere di prima qualità e di seconda fusione, tenace, leggermente malleabile, facilmente lavorabile con limo e con lo scalpello; di frattura grigia finemente granosa e perfettamente omogenea, esente da screpolature, vene, bolle, sbavature, asperità ed altri difetti capaci di menomarne la resistenza. Dovrà essere inoltre perfettamente modellata.
E' assolutamente escluso l'impiego di ghise fosforose.

20.1.6 MATERIALI METALLICI

I materiali metallici da impiegare nei lavori dovranno essere esenti da scorie, soffiature, brecciature, paglie e da qualsiasi altro difetto apparente o latente di fusione, laminazione, trafilatura fucinatura e simili.
Essi dovranno rispondere a tutte le condizioni previste nel D.M. 29.02.1908, modificate con R.D. 15.07.1925 e successive e presentare i seguenti requisiti :
1) Gli acciai per c.a. dovranno essere del tipo B450 C per barre ad aderenza migliorata e rispondere alle prescrizioni contenute nel R.D. 16.11.1939 n. 2229; nelle circolari in data 23.05.57 n. 1472 e 17.05.65 n. 1547 del Ministero dei LL.PP. e nella Legge 05.11.71 n. 1086; nel 30.05.1972; nel D.M. 30.05.74 e successive modificazioni ed integrazioni.
2) Le reti metalliche per gabbioni dovranno essere costituite da trafilato di ferro zincato a doppia torsiche e nervature degli angolari convenientemente maggiorato nel diametro prescelto. Le maglie

dovranno essere uniformi, esenti da strappi e dalla presenza di fili rugginosi o comunque alterati da agenti idrometeorici.
Essi dovranno presentare una perfetta struttura geometrica nei pezzi da impiegare e di volta la D.L. prescriverà le dimensioni e le forme particolari delle scatole da impiegare nelle singole opere.
Il filo da adottarsi nelle legature e nei tiranti interni dovrà avere caratteristiche analoghe a quello delle maglie del gabbione, presentare flessibilità massima ed un diametro non inferiore a quello del trafilato costituente la struttura del gabbione.
Per tutte le caratteristiche e prove relative valgono le norme della Circolare n. 2078 del 27.03.1962 del Ministero dei LL.PP.
3) I Profilati sagomati a freddo per la costruzione delle parti di parapetti saranno di acciaio Aq 42 (tabella UNI 2633 ed. 1944); quelli per la costruzione di paletti di recinzione saranno in acciaio Aq 37 (tabella UNI 743 ed. 1938).
4) Le reti per recinzioni saranno in acciaio conforme alle tabelle UNI 3598 e successive modifiche.
5) Il filo spinato sarà di acciaio zincato con resistenza unitaria di 65 Kg/mmq del diametro di mm 2,2 con triboli a quattro spine con filo zincato cotto intervallato di cm. 7,5, disposti in modo da evitare traslazioni e rotazioni rispetto al filo.
6) Acciaio fuso in getti, per cerniere, apparecchi di appoggio fissi o mobili, sarà di tipo Fe G52VR UNI 3158-68 per le piastre e per rulli.
7) La ghisa dovrà essere di prima qualità, di seconda fusione, facilmente lavorabile con lima o scalpello, di frattura grigia finemente granosa ed omogenea. E' da escludere la ghisa fosforosa.
Tutti i pezzi speciali, organi di giunzione, rivetti, ecc. dovranno essere opportunamente zincati.
In particolare le caratteristiche dimensionali specifiche sono stabilite : per i tombini Armco, dalle norme AASHO/57 e per le strutture a piastre multiple dalle norme AASHO M167/57.

20.1.7 LEGNAME

I legnami da impiegare in opere stabili e provvisorie, di qualunque essenza essi siano, dovranno rispondere a tutte le prescrizioni di cui al D.M. 30.10.1912, saranno approvvigionati tra le più scelte qualità della categoria prescritta e non rappresenteranno difetti incompatibili con l'uso a cui sono destinati.
Il tavolame dovrà essere ricavato dalle travi più diritte, affinché le fibre non riescano mozze dalla sega e si ritirino nelle connessure. I legnami ridotti a pali dovranno provenire dal vero tronco dell'albero e non dai rami, sufficientemente diritti 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 e conguagliati alla superficie; la differenza tra i diametri medi delle estremità non dovrà oltrepassare i 15 millesimi della lunghezza, nè il quarto del maggiore dei due diametri.
Nei legnami grossolanamente squadrati ed a spigolo smussato, tutte le facce dovranno spianate e senza scaturire, tollerandosene l'alburno e lo smusso in misura non maggiore di un sesto 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 e risalti, e con spigoli tirati a spigolo vivo, senza alburno nè smussi di sorta.

20.1.8 IMPERMEABILIZZAZIONE E RIVESTIMENTI

Manto in geotessuto di polipropilene termolegato a filo continuo con funzione di strato di separazione, filtro e rinforzo dei terreni. Posato a secco su sottofondo previamente livellato e compattato. Compreso tagli e sormonti: peso 350 g/m².
Manto in policloruro di vinile (PVC) stabilizzato ai raggi UV, armato con velo di vetro. Posato a secco con saldatura dei sormonti ad aria calda o con solvente; compresi sfridi, sormonti e assistenze murarie: spessore 1,5 mm.

20.1.9 SARACINESCHE, VALVOLE, FLANGE, GIUNTI, PARATOIE MANUALI E ACCESSORI VARI

Sul corpo dell'apparecchio, ove possibile devono essere riportati in modo leggibile ed indelebile:
- Nome del produttore e/o marchio di fabbrica
- Diametro nominale (DN)
- Pressione nominale (PN)
- Sigla del materiale con cui è costruito il corpo
- Freccia per la direzione del flusso (se determinante).

Tutti gli apparecchi ed i pezzi speciali dovranno uniformarsi alle prescrizioni di progetto e corrispondere esattamente ai campioni approvati dalla direzione lavori. Ogni apparecchio dovrà essere montato e collegato alla tubazione secondo gli schemi progettuali o di dettaglio eventualmente forniti ed approvati dalla direzione lavori, dagli stessi risulteranno pure gli accessori di corredo di ogni apparecchio e le eventuali opere murarie di protezione e contenimento. Tutte le superfici soggette a sfregamenti dovranno essere ottenute con lavorazione di macchina, i fori delle flange dovranno essere ricavati al trapano. Tutti i pezzi in ghisa, dei quali non sarà prescritta la verniciatura, dopo l'eventuale collaudo in officina dovranno essere protetti con prodotti rispondenti alle prescrizioni progettuali ed espressamente accettati dalla D.L..
L'amministrazione appaltante si riserva la facoltà di sottoporre a prove o verifiche i materiali forniti dall'impresa intendendosi a totale carico della stessa tutte le spese occorrenti per il prelevamento ed invio, agli istituti di prova, dei campioni che la direzione intendesse sottoporre a verifica ed il pagamento della relativa tassa di prova a norma delle vigenti disposizioni. L'impresa non potrà mai accampare pretese di compenso per eventuali ritardi o sospensioni del lavoro che si rendessero necessarie per gli accertamenti di cui sopra.
Saracinesche per acque reflue
Fornitura di saracinesca flangiata a corpo piatto a cuneo gommato, PN 16, completa di certificazione di prodotto EN 1074 ed attestato di conformità al DM174 rilasciati da ente terzo, realizzata secondo norme EN1171, EN1074-1 ed EN1074-2, caratterizzata da: flange secondo norma EN1092-2; scartamento secondo norma EN558 Serie 14; collaudi idraulici secondo norma EN12266-1; corpo, cappello e struttura del cuneo realizzati in ghisa sferoidale GJS 500-7 secondo norma EN1563; cuneo

rivestito interamente in gomma vulcanizzata EPDM secondo norma EN681, dotato di guide di antifrizione in nylon; albero di manovra rullato a caldo realizzato in acciaio inox EN1.4021 (AISI 420) secondo norma EN10088-3;madrevite realizzata in bronzo-alluminio secondo norma EN1982; guarnizione di tenute tra corpo e cappello realizzata in gomma EPDM secondo norma EN681; boccola di tenuta in ottone secondo norma EN1982; rondella antifrizione in POM; o-ring in gomma NBR; viti di connessione tra corpo e cappello in acciaio zincato 8.8; volantino in lamiera di acciaio di colore nero; rivestimento esterno/interno in polvere epossidica applicata con metodo fusion bonded di colore blu RAL 5015 con spessore di 250 micron; temperatura d'esercizio < 70°C: - DN 200 mm.

Flange

Le flange devono essere di acciaio, del tipo da saldare a sovrapposizione o del tipo da saldare di testa, con caratteristiche non minori di quelle prescritte dalla UNI EN 1092-1/03.

Le flange a collarino saranno ricavate in un solo pezzo da fucinati di acciaio e avranno superficie di tenuta a gradino secondo la UNI EN 1092-1/03.

Per tubazioni in PEAD o PVC, flangia mobile antisfilamento. Trattamento anticorrosivo interno ed esterno con rivestimento epossidico a spessore (minimo 250m microns). Guarnizione a labbro per la tenuta idraulica alloggiata in apposita sede. Antisfilamento garantito dal serraggio delle viti in acciaio inox. Guarnizione piana tra flangia e controflangia incollata al corpo della flangia.

Bulloni, elementi di collegamento filettati, raccordi e pezzi speciali in ghisa

I bulloni a testa esagonale ed i bulloni a tirante interamente filettato devono essere conformi alla UNI 6609/69 e UNI 6610/69.

Gli elementi di collegamento filettati devono avere caratteristiche meccaniche non minori di quelle prescritte dalla UNI EN 20898-2/94 per la classe 4.8.

I raccordi ed i pezzi speciali di ghisa malleabile devono avere caratteristiche qualitative non minori di quelle prescritte dalla UNI EN 1562/99 per la ghisa W-400-05 (a cuore bianco) o B-350-10 (a cuore nero) e caratteristiche costruttive conformi alla UNI EN 10242/01.

Barriera antinfiltrazione WALLSTOP

Per la tenuta stagna delle tubazioni in PEAD/PVC/Acciaio inglobate nei getti in calcestruzzo e per il passaggio in pareti esistenti, si dovranno impiegare barriere WALLSTOP per impedire i trafilamenti; perfetta sigillatura con tutti i tipi di tubazioni metalliche e in materie plastiche, guarnizione standard in EDPM; fascette di serraggio in acciaio Inox 316, tenuta d'acqua fino ad un battente idrico di 30 m per diametri fino al diametro 315, tenuta d'acqua fino ad un battente idrico di 10 m per diametri fino al diametro 1.400. Per pareti esistenti praticare un foro di almeno 5 cm più largo del diametro esterno della flangia e ripristinare con malta espandente accuratamente costipata.

Paratoia manuale

La paratoia sul collegamento al sistema di fitodepurazione ha le seguenti caratteristiche: paratoia piana per foro a parete in acciaio inox AISI 304 con le caratteristiche descritte di seguito. Telaio realizzato in lamiera pressopiegata costituito da: - piastra di fondo di spessore 5mm o superiroe con fori di fissaggio al fondovasca o alla parete; - guide laterali a ""S"" di spessore 5mm o superiore per il fissaggio del telaio alla parete; - prolunga guide laterali a ""U"" di spessore 5mm o superiore e di

lunghezza sufficiente ad uscire dal - piano di calpestio di 80cm; - soglia superiore con profilo a ""b"" di spessore 5mmo superiore per la tenuta idraulica su 4 lati e il - fissaggio del telaio alla parete; - rompitratta con profilo a ""b"" di spessore 5mm o superiore e collare in polipropilene per ridurre la luce - libera dell'asta di manovra ed evitarne l'instabilità dovuta al carico di punta; - controcunei Ø 35mm o superiore per lo schiacciamento della guarnizione in caso di tenuta a 2 sensi; - travi superiori con profilo a ""U"" di spessore 5mm o superiore debitamente rinforzate per reggere la - spinta / il tiro dell'attuatore di manovra e fissate alle guide tramite bulloni adeguatamente - dimensionati; scudo realizzato in lamiera spessore 5mm o superiore con bordi laterali pressopiegati e fori filettati per il fissaggio delle guarnizioni e dei pattini di scorrimento e rinforzi orizzontali e verticali con profilo a ""U"" di spessore 5 mm o superiore; cunei di spinta di spessore 15mm o superiore per lo schiacciamento delle guarnizioni laterali e superiore in posizione di completa chiusura; pattini di scorrimento in ottone OT58; guarnizione di fondo realizzata in EPDM 60 Shore con profilo rettangolare con schiacciamento massimo di 6mm guarnizione laterale e superiore (tenuta su 4 lati) realizzata in EPDM 60 Shore con profilo a nota musicale cava con schiacciamento massimo di 8mm; Piatti di fissaggio guarnizione di spessore 6mm o superiore realizzati in acciaio inox con fori per viti a testa svasata. Larghezza passaggio da 50 cm a 70 cm, altezza passaggio da 50 cm a 70 cm, quota fondo foro-piano calpestio 100 cm, altezza battente a paratoia chiusa 100 cm, n°4 lati di tenuta, n°2 sensi di tenuta.

20.1.10 CHIUSINI

I dispositivi di chiusura e coronamento (chiusini e telai) dovranno essere conformi per caratteristiche dei materiali di costruzione di prestazioni e di marcatura a quanto prescritto dalla norma UNI EN 124. Il marchio del fabbricante deve occupare una superficie non superiore al 2% di quella del coperchio e non deve riportare nomi propri di persone, riferimenti geografici riferiti al produttore o messaggi chiaramente pubblicitari. I chiusini ed i telai devono essere esenti da qualsiasi difetto.
Per i pozzetti di regolazione dei sistemi di fitodepurazione saranno previsti chiusini in lamiera zincata martellinata colorati di colore verde e muniti di chiusura lucchettabile e maniglia di sollevamento.

20.1.11 TUBAZIONI IN GENERE

La realizzazione di tubazioni e apparecchiature idrauliche deve corrispondere alle vigenti norme tecniche.
Le prescrizioni si applicano a tutte le tubazioni in generale, si applicano anche a ogni tipo delle tubazioni di cui gli articoli seguenti (tubazioni di acciaio, di ghisa ecc.) tranne per quanto sia incompatibile con le specifiche norme per esse indicate.
L'impresa effettuerà l'ordinazione delle tubazioni entro il termine che potrà stabilire il direttore dei lavori e che sarà comunque tale, tenuto anche conto dei tempi di consegna, da consentire lo svolgimento dei lavori secondo il relativo programma e la loro ultimazione nel tempo utile contrattuale.

L'Impresa invierà al Direttore dei lavori - che ne darà subito comunicazione all'Amministrazione - copia dell'ordinazione e della relativa conferma da parte della Ditta fornitrice , all'atto rispettivamente della trasmissione e del ricevimento. L'ordinazione dovrà contenere la clausola o equipollente.
La Ditta fornitrice si obbliga a consentire, sia durante che al termine della lavorazione, libero accesso nella sua fabbrica alle persone all'uopo delegate dall'amministrazione appaltatrice dei lavori fognari e ad eseguire i controlli e le verifiche che esse richiedessero - a cura e spese dell'impresa - sulla corrispondenza della fornitura alle prestazioni del contratto di appalto relativo ai lavori sopra indicati.
Si obbliga inoltre ad assistere, a richiesta ed a spese dell'impresa, alle prove idrauliche interne delle tubazioni poste in opera.
L'unica fornitura o ciascuna delle singole parti in cui l'intera fornitura viene eseguita, sarà in ogni caso accompagnata dal relativo certificato di collaudo compilato dalla ditta fornitrice ,attestante la conformità della fornitura alle Norme Vigenti e contenente la certificazione dell' avvenuto collaudo e l'indicazione dei valori ottenuti nelle singole prove.
I risultati delle prove di riferimento e di collaudo dei tubi, dei giunti e dei pezzi speciali effettuate in stabilimento a controllo della produzione - alle quali potranno presenziare sia l'impresa e sia il Direttore dei lavori od altro rappresentante dell'amministrazione e le quali comunque si svolgeranno sotto la piena ed esclusiva responsabilità della Ditta fornitrice - saranno valutati con riferimento al valore della pressione nominale di fornitura PN(b)
L'impresa richiederà alla ditta fornitrice la pubblicazione di questa - di cui un esemplare verrà consegnato al Direttore dei lavori - contenente le istruzioni sulle modalità di posa in opera della tubazione.
Accettazione delle tubazioni, Marcatura. L'accettazione delle tubazioni è regolata dalle prescrizioni di questo capitolo nel rispetto di quanto indicato al punto 2.1.4. del D.M. 12 dicembre 1985., nonché dalle istruzioni emanate con la Circ.Min. LL:PP. 20 marzo 1986 n. 27291.
Nei riguardi delle pressioni e dei carichi applicati staticamente devono essere garantiti i requisiti limite indicati nelle due tabelle allegate al D .M. 12 dicembre 1985: tabella 2 per le fognature.
Tutti i tubi, i giunti ed i pezzi speciali dovranno giungere in cantiere dotati di marcature indicanti la ditta costruttrice ,il diametro nominale , la pressione nominale (o la classe d'impiego) e possibilmente l'anno di fabbricazione; le singole partite della fornitura dovranno avere una documentazione dei risultati delle prove eseguite in stabilimento caratterizzanti i materiali ed i tubi forniti.
L'Amministrazione ha la facoltà di effettuare sulle tubazioni fornite in cantiere - oltre che presso la fabbrica - controlli e verifiche ogni qualvolta lo riterrà necessario, secondo le prescrizioni di questo capitolato e le disposizioni del direttore dei lavori.

Tubazioni PE

Tubi in Polietilene PE 100 con valori minimi di MRS (Minimum Required Strenght) di 10 MPa, destinati alla distribuzione dell'acqua prodotti in conformità alla UNI EN 12201 del 2004, e a quanto previsto dal D.M. n. 174 del 06/04/2004 (sostituisce Circ. Min. Sanità n. 102 del 02/12/1978);

dovranno essere contrassegnati dal marchio IIP dell'Istituto Italiano dei Plastici e/o equivalente marchio europeo, secondo quanto previsto dal "Regolamento di attuazione della legge quadro in materia di lavori pubblici 11 febbraio 1994, n. 109, e successive modifiche".
I tubi devono essere formati per estrusione, e possono essere forniti sia in barre che in rotoli.
La materia prima da impiegare per l'estrusione del tubo deve essere prodotta da primari e riconosciuti produttori europei e derivata esclusivamente dalla polimerizzazione, o copolimerizzazione, dell'etilene, stabilizzata ed addizionata dal produttore stesso della resina di opportuni additivi, uniformemente dispersi nella massa granulare.
Tali addittivi (antiossidanti, lubrificanti, stabilizzanti, carbon black) vengono dosati e addizionati al polimero dal produttore di resina in fase di formazione del compound, e sono destinati a migliorare le performances di trafilatura, iniezione, resistenza agli agenti atmosferici ed invecchiamento del prodotto finito.
Tali additivi devono risultare uniformemente dispersi nella massa granulare e, per il carbon black, devono essere rispettati i parametri di dispersione e ripartizione stabiliti dalle norme UNI di riferimento, nonché il contenuto (2÷2.5% in peso).
Il compound, all'atto dell'immissione nella tramoggia di carico dell'estrusore, deve presentare un tenore massimo di umidità non superiore a 300 ppm.
Le materie prime utilizzate dovranno essere comprese nell'elenco di quelle omologate dall'IIP (Istituto Italiano dei Plastici).
La Ditta produttrice dovrà essere in possesso di Certificazione di Qualità Aziendale in conformità alla norma ISO 9001:2000 e ISO 14001:1996, rilasciata da ente competente e accreditato, e associato a IQNet.
L'Azienda committente potrà esercitare nei confronti del produttore di tubi, a sua esclusiva discrezione, le seguenti azioni ispettive ed i seguenti controlli:
prove di controllo;
accesso in qualsiasi momento della produzione agli stabilimenti di produzione;
prelievo, in qualsiasi momento della produzione, di campioni di tubo e/o di materia prima, sia in tramoggia di alimentazione dell'estrusore, sia da sacchi o da silos di stoccaggio;

analisi di corrispondenza quali e quantitativa tra tubo e compound dichiarato in marcatura e/o analisi dei traccianti caratteristici dei compound da delegare al produttore di materia prima.
Le spese relative ai controlli di qualità sono ad esclusivo carico del fornitore qualora siano effettuate presso il Laboratorio dello stesso.
Saranno inoltre a carico del fornitore gli oneri derivanti dall'eventuale ritiro di tubi già consegnati alla committente ma risultati non conformi a seguito degli esiti delle prove previste.
In caso di non rispondenza delle forniture alle specifiche della committente e a quanto dichiarato sulla marcatura del tubo, e in caso di incapacità del fornitore di eseguire in proprio le prove previste, la committente ha la facoltà di ricorrere alla risoluzione del contratto e di richiedere l'eventuale rifusione del danno come previsto dall'art. 1497 del Codice Civile.

La marcatura sul tubo richiesta dalle norme di riferimento avverrà per impressione chimica o meccanica, a caldo, indelebile.
Essa conterrà come minimo:

- nominativo del produttore e/o nome commerciale del prodotto;
- marchio di conformità IIP-UNI o equivalente riconosciuto;
- tipo di materiale (PE 100);
- normativa di riferimento;
- diametro nominale;
- pressione nominale, SDR (Standard Dimention Ratio), Spessore;
- codice identificativo della materia prima come dalla tabella dell'IIP;
- data di produzione.

Ulteriori parametri in marcatura potranno essere richiesti dalla committente al fornitore.
I tubi in rotoli devono inoltre riportare, ad intervallo di 1 metro lungo il tubo, un numero progressivo indicante la lunghezza metrica dello stesso.

Tubazioni PVC

Le presenti norme si applicano ai tubi in P.V.C. rigido serie pesante per condotte di scarico interrate.
Dovranno essere collocati in opera tubi interi della massima lunghezza commerciale; l'impiego di raccordi con tubi di lunghezza ridotta dovrà essere evitato o limitato a quelli strettamente necessari.
Le tubazioni, sia intere sia a campioni, saranno sottoposte a prove di laboratorio presso un Istituto autorizzato dalla D.L. ed in presenza di un suo rappresentante.
Si eseguiranno pure prove di tenuta ad opera finita e pronta negli scavi prima dei rinfianchi e del rinterro.
Tali prove saranno eseguite secondo la modalità, i limiti e le tolleranze indicati dalle norme.
I pezzi destinati alle prove (circa il 5% della fornitura e per ogni tipo) saranno scelti nel lotto dalla D.L. tenendo presente che le frazioni di lotto dovranno essere considerate un lotto.
I campioni prelevati per le prove saranno numerati, marcati, catalogati e registrati in apposito registro ed i certificati emessi dall'Istituto dovranno riportare, oltre i risultati, la data di esecuzione delle prove, il numero dei campioni e quanto altro serve ad identificare le partite di fornitura.
L'Appaltatore metterà a disposizione della D.L. la mano d'opera, il personale, l'attrezzatura da cantiere, i mezzi di trasporto e quanto necessario per la perfetta esecuzione delle prove secondo le norme e le richieste della D.L.. Tutti gli oneri derivanti da tali operazioni saranno a carico dell'Appaltatore.
I certificati di prova e di qualità emessi da un Istituto ufficiale saranno ammessi qualora l'Appaltatore o la ditta produttrice sia in grado di dimostrare l'uniformità nel tempo della propria produzione. In ogni caso non saranno ammessi certificati risalenti ad oltre un biennio precedente la data della fornitura e subordinati alla dimostrazione che i tubi vennero prelevati e contrassegnati da un delegato dell'Istituto in cui sono state eseguite le prove.
Le tubazioni in P.V.C. saranno poste in opera secondo le modalità indicate e saranno posate con sottofondo e rinfianco in calcestruzzo.
Le giunzioni per tubazioni in p.v.c. saranno di tipo elastico.

Le stesse saranno costituite da speciali gomme sintetiche formate in anelli di opportuno diametro.
Gli anelli elastici vengono utilizzati per la giunzione di tubi con estremità foggiate anche ad incastro, purché le pareti del tubo siano molto grosse e l'incastro sia orizzontale.
In particolare dovranno essere forniti i seguenti dati:

- la pressione di deformazione residua a 70°, da accertarsi per riconoscere l'esistenza di eventuali indesiderabili caratteristiche plastiche;
- la curva del rilassamento di tensione in funzione del tempo, per accertare che essa abbia andamento asintotico e che il valore finale della tensione sia compatibile con la durata della tubazione;
- la curva della tensione elastica di ritorno in funzione della deformazione, da mettere in relazione con il valore minimo di tensione cui l'anello deve essere sottoposto per garantire l'impermeabilità desiderata, nonché il valore massimo di tensione ammissibile senza danneggiamento del tubo.

Anelli in gomma massiccia, che sviluppino tensioni elastiche di ritorno molto forti anche per piccole compressioni, sono ammessi solo con tubi in cemento armato centrifugato, il cui tipo di lavorazione consente di realizzare bicchieri con dimensioni molto precise rispetto alle misure nominali: per gli altri tipi di tubazioni, con dimensioni più irregolari , ad evitare tensioni elastiche eccessive, che potrebbero condurre allo scoppio del bicchiere, dovranno essere usati solo anelli elastico-molli, ad esempio con strutture cellulose.
A seconda del grado di elasticità, gli anelli devono avere uno spessore compreso tra 1,2 e 1,5 volte la larghezza dello spazio compreso tra la parete esterna del tubo e quella interna del bicchiere.
La Direzione dei Lavori potrà anche richiedere una documentazione - in mancanza, o nel caso di inidoneità della quale, dovranno eseguirsi le relative determinazioni, secondo le modalità che all'occorrenza saranno indicate - dalla quale risulti il comportamento degli anelli nelle prove di:

- invecchiamento, esaminato con un trattamento a caldo;
- resistenza alla corrosione chimica esaminata mediante introduzione in soluzioni acide e alcaline;
- resistenza all'attacco microbico;
- resistenza alla penetrazione delle radici;
- impermeabilità.

L'anello elastico, il cui diametro interno sarà inferiore a quello esterno del tubo, verrà infilato, dopo adeguata pretensione, sulla testa del tubo da posare; poi, spingendo questa dentro l'estremità femmina del tubo già posato, si farà in modo che l'anello rotoli su se stesso fino alla posizione definitiva, curando che, ad operazione ultimata, resti compresso in modo uniforme lungo il suo contorno.
La testa del tubo non dovrà essere spinta contro il fondo dell'estremità femmina, ad evitare che i movimenti della tubazione producano rotture. Nella connessione ortogonale così formata dovrà quindi essere inserito, con perfetta sigillatura, un nastro plastico con sezione ad angolo retto.

La fornitura in opera di tubazioni in PVC comprende la posa in opera, lo sfrido, i pezzi speciali, le prove sui materiali, sui giunti e sui prodotti finiti e sulle condotte in opera, nonché tutti gli altri oneri che potessero sorgere per l'Appaltatore per dare il lavoro eseguito a perfetta regola d'arte.

Tubazioni per drenaggi

Fornitura e posa in opera di tubi di drenaggio in polietilene ad alta densità, microfessurati e flessibili per la captazione ed evacuazione di acqua presente nel sottosuolo, il tubo sarà costituito da due strutture distinte e solidali, di cui la parte esterna corrugata in modo da conferire una maggiore resistenza alla compressione mentre la parte interna liscia con un bassissimo indice di scabrezza per una veloce evacuazione del liquido captato.

20.1.12 PREFABBRICATI PER VASCHE E PER POZZETTI IN CALCESTRUZZO VIBRATO ANCHE ARMATO

Generalità

Gli elementi costruttivi prefabbricati devono essere prodotti attraverso un processo industrializzato che si avvale di idonei impianti, nonché di strutture e tecniche opportunamente organizzate. In particolare, deve essere presente ed operante un sistema permanente di controllo della produzione in stabilimento, che deve assicurare il mantenimento di un adeguato livello di affidabilità nella produzione del conglomerato cementizio, nell'impiego dei singoli materiali costituenti e nella conformità del prodotto finito. Gli elementi costruttivi di produzione occasionale devono essere comunque realizzati attraverso processi sottoposti ad un sistema di controllo della produzione, secondo quanto indicato nel presente articolo.

Requisiti minimi degli stabilimenti e degli impianti di produzione

Il processo di produzione degli elementi costruttivi prefabbricati, oggetto delle presenti norme approvate con DM 14.01.2008 – Nuove norme tecniche per le costruzioni, deve essere caratterizzato almeno da:

- impianti in cui le materie costituenti siano conservate in sili, tramogge e contenitori che ne evitino ogni possibilità di confusione, dispersione o travaso;
- dosaggio a peso dei componenti solidi e dosaggio a volume, o a peso, dei soli componenti liquidi, mediante utilizzo di strumenti rispondenti alla normativa vigente;
- organizzazione mediante una sequenza completa di operazioni essenziali in termini di produzione e controllo;
- organizzazione di un sistema permanente di controllo documentato della produzione;
- rispetto delle norme di protezione dei lavoratori e dell'ambiente.

Controllo di produzione Gli impianti per la produzione del calcestruzzo destinato alla realizzazione di elementi costruttivi prefabbricati, disciplinati dalle presenti norme, devono essere idonei ad una produzione continua, disporre di apparecchiature adeguate per il confezionamento nonché di personale esperto e di attrezzature idonee a provare, valutare e correggere la qualità del prodotto.

Il produttore di elementi prefabbricati deve dotarsi di un sistema di controllo della produzione allo scopo di assicurare che il prodotto abbia i requisiti previsti dalle presenti norme e che tali requisiti siano costantemente mantenuti fino alla posa in opera.
Il sistema di gestione della qualità del prodotto che sovrintende al processo di fabbricazione deve essere predisposto in coerenza con le norme UNI EN 9001 e certificato da parte un organismo terzo indipendente, di adeguata competenza ed organizzazione, che opera in coerenza con le norme UNI EN 45012.
Ai fini della certificazione del sistema di garanzia della qualità il produttore e l'organismo di certificazione di processo potranno fare utile riferimento alle indicazioni contenute nelle relative norme europee od internazionali applicabili.

Controllo sui materiali per elementi di serie

I controlli sui materiali dovranno essere eseguiti in conformità alle prescrizioni di legge vigenti.
Per il calcestruzzo impiegato con fini strutturali nei centri di produzione dei componenti prefabbricati di serie, il Direttore tecnico di Stabilimento dovrà effettuare il controllo continuo del conglomerato secondo le prescrizioni contenute nel DM 14.01.2008 – Nuove norme tecniche per le costruzioni, operando con attrezzature tarate annualmente da uno dei laboratori ufficiali di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001.
Il tecnico suddetto provvederà alla trascrizione giornaliera dei risultati su appositi registri di produzione con data certa, da conservare per dieci anni da parte del produttore.
Detti registri devono essere disponibili per i competenti organi del Consiglio Superiore dei lavori pubblici - Servizio Tecnico Centrale, per i direttori dei lavori e per tutti gli aventi causa nella costruzione.
Le prove di stabilimento dovranno essere eseguite *a ventotto giorni di stagionatura* e ai tempi significativi nelle varie fasi del ciclo tecnologico, secondo le modalità delle norme vigenti e su provini maturati in condizioni termo-igrometriche di stagionatura conformi a quelle dei manufatti prefabbricati prodotti.
La resistenza caratteristica dovrà essere determinata secondo il metodo di controllo di tipo B, ed immediatamente registrata.
Inoltre dovranno eseguirsi controlli del calcestruzzo *a ventotto giorni di stagionatura*, presso un laboratorio di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001, per non meno di un prelievo ogni cinque giorni di produzione effettiva per ogni tipo di calcestruzzo omogeneo; tali risultati dovranno soddisfare il controllo di tipo A, operando su tre prelievi consecutivi, indipendentemente dal quantitativo di calcestruzzo prodotto.
Sarà cura del direttore tecnico dello stabilimento di annotare sullo stesso registro i risultati delle prove di stabilimento e quelli del laboratorio esterno.
Infine, il tecnico abilitato dovrà predisporre periodicamente, almeno su base annua, una verifica della conformità statistica dei risultati dei controlli interni e di quelli effettuati da laboratorio esterno, tra loro e con le prescrizioni contenute nelle vigenti norme tecniche.

Controllo di produzione di serie "controllata"

Per le produzioni per le quali è prevista la serie controllata, è richiesto il rilascio preventivo dell'autorizzazione alla produzione da parte del Servizio Tecnico Centrale, secondo le procedure della qualificazione della produzione controllata.
Al termine del primo biennio di produzione si instaurerà la procedura ordinaria.

Prove di tipo iniziali per elementi di serie controllata

La produzione in serie controllata di componenti strutturali deve essere preceduta da verifiche sperimentali su prototipi eseguite da un laboratorio di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001, appositamente incaricato dal produttore.

Marcatura

Ogni elemento prefabbricato prodotto in serie, deve essere appositamente contrassegnato da marcatura fissa, indelebile o comunque non rimovibile, in modo da garantire la rintracciabilità del produttore e dello stabilimento di produzione, nonché individuare la serie di origine dell'elemento. Inoltre, per manufatti di peso superiore ad 80 KN, dovrà essere indicato in modo visibile, per lo meno fino all'eventuale getto di completamento, anche il peso dell'elemento.

Procedure di qualificazione

La valutazione dell'idoneità del processo produttivo e del controllo di produzione in stabilimento, nonché della conformità del prodotto finito, è effettuata attraverso la procedura di qualificazione di seguito indicata.
I produttori di elementi prefabbricati di serie devono procedere alla qualificazione dello stabilimento e degli elementi costruttivi prodotti trasmettendo, ai sensi dell'art. 58 del D.P.R. n. 380/2001, idonea documentazione al Servizio Tecnico Centrale della Presidenza del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.
Il Servizio Tecnico Centrale ha facoltà, anche attraverso sopralluoghi, di accertare la validità e la rispondenza della documentazione, come pure il rispetto delle prescrizioni contenute nelle norme tecniche di cui al DM 14.01.2008 – Nuove norme tecniche per le costruzioni.

Qualificazione dello stabilimento

Il riconoscimento dello stabilimento è il presupposto per ogni successivo riconoscimento di tipologie produttive.
La qualificazione del sistema organizzativo dello stabilimento e del processo produttivo deve essere dimostrata attraverso la presentazione di idonea documentazione, relativa alla struttura organizzativa della produzione ed al sistema di controllo in stabilimento.
Nel caso in cui gli elementi costruttivi siano prodotti in più stabilimenti, la qualificazione deve essere riferita a ciascun centro di produzione.

Qualificazione della produzione in serie dichiarata

Tutte le ditte che procedono in stabilimento alla costruzione di manufatti prefabbricati in serie dichiarata, prima dell'inizio di una nuova produzione devono presentare apposita domanda alla Presidenza del Consiglio Superiore dei lavori pubblici - Servizio Tecnico Centrale.
Tale domanda deve essere corredata da idonea documentazione, ai sensi dell'art. 58 del D.P.R. n. 380/2001 e di quanto indicato per la qualificazione dello stabilimento.

Sulla base della documentazione tecnica presentata il STC (*Servizio Tecnico Centrale*) rilascerà apposito attestato di qualificazione, avente validità triennale.
Tale attestato, necessario per la produzione degli elementi, sottintende anche la qualificazione del singolo stabilimento di produzione.
L'attestato è rinnovabile su richiesta, previa presentazione di idonei elaborati relativi all'attività svolta ed ai controlli eseguiti nel triennio di validità.

Qualificazione della produzione in serie controllata

Oltre a quanto specificato per produzione in serie dichiarata, la documentazione necessaria per la qualificazione della produzione in serie controllata dovrà comprendere la documentazione relativa alle prove a rottura su prototipo ed una relazione interpretativa dei risultati delle prove stesse.
Sulla base della documentazione tecnica presentata il Servizio Tecnico Centrale, sentito il Consiglio Superiore dei lavori pubblici, rilascerà apposita autorizzazione alla produzione, avente validità triennale.
Tale attestato, necessario per la produzione degli elementi, sottintende anche la qualificazione del singolo stabilimento di produzione.
L'autorizzazione è rinnovabile su richiesta previa presentazione di idonei elaborati, relativi all'attività svolta ed ai controlli eseguiti nel triennio di validità.

Sospensioni e revoche

È prevista la sospensione o, nei casi più gravi o di recidiva, la revoca degli attestati di qualificazione in serie dichiarata o controllata, ove il Servizio Tecnico Centrale accerti, in qualsiasi momento, difformità tra i documenti depositati e la produzione effettiva, ovvero la mancata ottemperanza alle prescrizioni contenute nella vigente normativa tecnica.
I provvedimenti di sospensione e di revoca vengono adottati dal Servizio Tecnico Centrale sentito il parere del Consiglio Superiore dei lavori pubblici e sono atti definitivi.

Documenti di accompagnamento della fornitura

Ogni fornitura in cantiere di manufatti prefabbricati prodotti in serie dovrà essere accompagnata dalla seguente documentazione, da conservare a cura del direttore dei lavori dell'opera in cui detti manufatti vengono inseriti:

- apposite istruzioni nelle quali vengono indicate le procedure relative alle operazioni di trasporto e montaggio degli elementi prefabbricati, ai sensi dell'art. 58 del D.P.R. n. 380/2001. Tali istruzioni dovranno almeno comprendere, di regola:
  a. i disegni d'assieme che indichino la posizione e le connessioni degli elementi nel complesso dell'opera;
  b. apposita relazione sulle caratteristiche dei materiali richiesti per le unioni e le eventuali opere di completamento;
  c. le istruzioni di montaggio con i necessari dati per la movimentazione, la posa e la regolazione dei manufatti;
- elaborati contenenti istruzioni per il corretto impiego dei manufatti. Tali elaborati dovranno essere consegnati dal direttore dei lavori al committente, a conclusione dell'opera;

- certificato di origine firmato dal produttore, il quale con ciò assume per i manufatti stessi le responsabilità che la legge attribuisce al costruttore, e dal direttore tecnico responsabile della produzione. Il certificato, che deve garantire la rispondenza del manufatto alle caratteristiche di cui alla documentazione depositata presso il Servizio Tecnico Centrale, deve riportare l'indicazione degli estremi dell'attestato di qualificazione, nonché il nominativo del progettista;
- attestato di qualificazione del Servizio Tecnico Centrale e copia della certificazione del sistema di garanzia della qualità del processo di produzione in fabbrica;
- documentazione, fornita quando disponibile, attestante i risultati delle prove a compressione effettuate in stabilimento su cubi di calcestruzzo (ovvero estratto del Registro di produzione) e copia dei certificati relativi alle prove effettuate da un laboratorio incaricato ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001; tali documenti devono essere relativi al periodo di produzione dei manufatti.
- Copia del certificato d'origine dovrà essere allegato alla relazione del direttore dei lavori di cui all'art. 65 del D.P.R. n. 380/2001.

Il direttore dei lavori non può accettare in cantiere elementi prefabbricati in serie, che non siano accompagnati da tutti i documenti predetti.

Inoltre, prima di procedere all'accettazione dei manufatti stessi, il direttore dei lavori deve verificare che essi siano effettivamente contrassegnati con la marcatura prevista

Il produttore di elementi prefabbricati deve altresì fornire al direttore dei lavori, e questi al committente, gli elaborati (disegni, particolari costruttivi, ecc.) firmati dal progettista e dal direttore tecnico della produzione, secondo le rispettive competenze, contenenti istruzioni per il corretto impiego dei singoli manufatti, esplicitando in particolare:

a) destinazione del prodotto;

b) requisiti fisici rilevanti in relazione alla destinazione;

c) prestazioni statiche per manufatti di tipo strutturale;

d) prescrizioni per le operazioni integrative o di manutenzione, necessarie per conferire o mantenere nel tempo le prestazioni e i requisiti dichiarati;

e) tolleranze dimensionali nel caso di fornitura di componenti.

Norme complementari relative alle strutture prefabbricate

Formano oggetto del presente capitolo i componenti strutturali prefabbricati in conglomerato cementizio armato, normale o precompresso che rispondono alle specifiche prescrizioni delle norme tecniche di cui al DM 14.01.2008 – Nuove norme tecniche per le costruzioni, e che, singolarmente o assemblati tra di loro ovvero con parti costruite in opera, siano utilizzati per la realizzazione di opere di ingegneria civile.

Rientrano nel campo di applicazione delle presenti norme gli elementi prefabbricati prodotti in stabilimenti permanenti o in impianti temporanei allestiti per uno specifico cantiere, ovvero realizzati a pie d'opera.

Per manufatti o elementi prefabbricati di serie devono intendersi unicamente quelli prodotti in stabilimenti permanenti, con tecnologia ripetitiva e processi industrializzati.

Per manufatti di produzione occasionale si intendono gli elementi prefabbricati realizzati in stabilimenti permanenti, ovvero a pie d'opera o anche in impianti temporanei, senza il presupposto della ripetitività tipologica e destinati in modo specifico ad una determinata opera e per questa progettati ex-novo di volta in volta.
Il componente prefabbricato può essere:

- realizzato su richiesta specifica dell'appaltatore e/o Committente e prodotto sotto la responsabilità del Direttore Tecnico di Stabilimento e sotto la vigilanza del direttore dei lavori (produzione occasionale);
- realizzato sotto la responsabilità e vigilanza del direttore Tecnico dello Stabilimento di produzione. In tal caso, il componente prefabbricato rappresenta fornitura all'appaltatore od al Committente, va accettato dal direttore dei lavori, e deve sottostare alle procedure delle produzioni industriali in serie.

Il componente prefabbricato può essere l'elemento di una produzione industriale in serie. In tal caso il prodotto componente deve essere qualificato ed il direttore dei lavori si limiterà alle procedure di accettazione. Poiché la produzione e la realizzazione dell'elemento strutturale prodotto in serie viene realizzata in assenza della vigilanza del direttore dei lavori, i componenti vanno prodotti secondo procedure di garanzia e controllo di qualità che, accompagnando il prodotto in serie, permettono al direttore dei lavori, successivamente, di giudicare la qualità del prodotto e la sua accettabilità.
Il componente prefabbricato deve garantire i livelli di sicurezza e prestazione sia come componente singolo, sia come elemento di un più complesso organismo strutturale.
Per gli elementi strutturali prefabbricati disciplinati nel presente capitolo, quando non soggetti ad 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 previste due categorie di produzione:

- serie qualificata dichiarata;
- serie qualificata controllata.

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. delle norme tecniche di cui al DM 14.01.2008 – Nuove norme tecniche per le costruzioni.

Prodotti prefabbricati

I componenti prefabbricati devono essere realizzati attraverso processi sottoposti ad un sistema di controllo della produzione, ed i produttori degli elementi costruttivi in serie dichiarata e controllata devono altresì provvedere alla qualificazione della produzione.

Prodotti prefabbricati in serie qualificata dichiarata

Per serie "dichiarata" si intende la produzione in serie, effettuata in stabilimento permanente, dichiarata dal produttore conforme alle presenti norme e per la quale è stato effettuato il deposito ai sensi dell'art. 9 della legge 5 novembre 1971, n. 1086, ovvero sia stata rilasciata la certificazione di idoneità di cui agli articoli 1 e 7 della legge 2 febbraio 1974, n. 64. Rientrano in serie dichiarata i prodotti che appartenendo ad una tipologia ricorrente compiutamente determinata, risultano

predefiniti, in campi dimensionali, tipi di armature, sulla base di elaborati tecnici tipologici e grafici depositati. Prodotti prefabbricati in serie qualificata controllata Per serie "controllata" si intende la produzione in serie che, oltre ad avere i requisiti specificati per quella "dichiarata", sia eseguita con procedure che prevedono verifiche sperimentali su prototipo e controllo della produzione come specificato al punto 11.8 del DM 14.01.2008 – Nuove norme tecniche per le costruzioni. Sono prodotti in serie controllata i componenti strutturali realizzati con materiali innovativi, ovvero analizzati con metodi di calcolo non consueti ovvero con conglomerato cementizio avente Rck > 55 N/mm2.

Responsabilità e competenze

Gli elementi prodotti in serie, svolgendo funzione strutturale ed interessando la sicurezza della costruzione, devono essere realizzati sotto la vigilanza di un direttore tecnico dello stabilimento, dotato di abilitazione professionale, che assume le responsabilità relative alla rispondenza tra quanto prodotto e la documentazione depositata, come pure del rispetto della normativa tecnica vigente nel settore. Il progettista ed il direttore tecnico dello stabilimento, ciascuno per le proprie competenze, sono responsabili della capacità portante e sicurezza del componente, sia incorporato nell'opera, sia durante le fasi di trasporto fino a pie 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.

20.1.13 MATERIALI PER LE OPERE A VERDE

Materiale agrario

In accordo con il Ministero dell'Ambiente, per materiale agrario si intende tutto il materiale usato negli specifici lavori di agricoltura, vivaismo e giardinaggio (es. terreni e substrati di coltivazione, concimi, fitofarmaci, tutori, ecc.), necessario alla messa a dimora, alla cura ed alla manutenzione delle piante previste per la sistemazione a verde dell'area.

Terreno e terricci

L'Appaltatore dopo essersi accertato della qualità del terreno da riportare dovrà comunicare preventivamente alla Direzione Lavori il luogo esatto in cui intende prelevare il terreno per il cantiere, per poterne permettere un controllo da parte della Direzione Lavori, che si riserva la facoltà di prelevare dei campioni da sottoporre ad analisi. Tale approvazione non impedirà successive verifiche da parte della Direzione Lavori sul materiale effettivamente portato in cantiere. Le analisi del terreno dovranno essere eseguite secondo i metodi ed i parametri normalizzati di prelievo e di analisi pubblicati dalla Società Italiana della Scienza del Suolo (S.I.S.S).

Il terreno, se non diversamente specificato in progetto o dalla Direzione Lavori, dovrà essere per composizione e granulometria classificato come "terra fine", con rapporto argilla/limo/ sabbia definito di "medio impasto" ed avente le seguenti caratteristiche:

- contenuto di scheletro (particelle con diametro superiore a 2 mm) assente o comunque inferiore al 10 % (in volume)

- pH compreso tra 6 e 7,8
- sostanza organica non inferiore al 2% (in peso secco)
- calcare totale inferiore al 5%
- azoto totale non inferiore al 0,1%
- capacità di Scambio Cationico (CSC) > 10 meq/ 100 g
- fosforo assimilabile > 30 ppm
- potassio assimilabile > 2% dalla CSC o comunque > 100 ppm
- conducibilità idraulica > 0,5 cm x ora
- conducibilità Ece < 2 mS x cm-1
- rapporto C/N compreso fra 8 e 15
- contenuto di metalli pesati inferiore ai valori limite ammessi dalla CEE
- ridotta presenza di sementi, rizomi di erbe infestanti.

Il terreno dovrà contenere gli elementi minerali (macro e micro elementi), essenziali per la vita delle piante, in giusta proporzione.
Nel caso di terreni con valori che si discostano da quelli indicati, spetterà alla Direzione Lavori accettarli imponendo, se necessario, interventi con concimi o con correttivi per bilanciarne i valori, tali interventi non saranno in alcun modo ricompensati all'Appaltatore.
Questi ultimi dovranno rispettare le caratteristiche prescritte nel D.Lgs. 29 aprile 2006, n. 217 di revisione della disciplina in materia di fertilizzanti.
La terra da utilizzare nel riporto dovrà provenire da aree a destinazione agraria, o, comunque, non sottoposto ad azioni antropiche il più possibile vicino al cantiere e prelevata entro i primi 35 cm dalla superficie, l'Appaltatore è tenuto a rimuovere l'eventuale vegetazione presente (manto erboso, foglie, ecc.) per i primi 3-5 cm.
In linea generale il terreno di riporto non deve essere disforme dal terreno dell'area di intervento, tranne dove venga specificatamente indicato dal progetto, deve rispettare i parametri sopraindicati ed avere una giusta quantità di microrganismi, comunque dovrà essere completamente esente da materiale inquinante (oli, benzine, ecc.), da sostanze nocive (sali minerali o altro), da inerti (pietre, plastica, ferro, vetro, radici, residui vegetali, ecc.) e da agenti patogeni.
Il terreno di riporto sarà misurato in volume di terreno smosso, effettivamente posato in cantiere, espresso in metri cubi.

Concimi

Per concime si intende qualsiasi sostanza, naturale o sintetica, minerale od organica, idonea a fornire alle colture l'elemento o gli elementi chimici della fertilità a queste necessarie per lo svolgimento del loro ciclo vegetativo e produttivo.
I concimi dovranno essere di marca nota sul mercato nazionale, forniti nei loro involucri originale di fabbrica con sopraindicate tutte le caratteristiche di legge.
I materiali impiegati dovranno rispettare le caratteristiche prescritte nel D.Lgs. 29 aprile 2006, n. 217 di revisione della disciplina in materia di fertilizzanti.

La Direzione Lavori si riserva la facoltà di modificare le dosi di concime e/o la loro qualità, sia durante le fasi di impianto che durante il periodo di manutenzione, se previsto.
I concimi saranno misurati a peso di materiale, effettivamente sparso sul terreno, espresso in chilogrammi.
Ammendanti e correttivi
Per ammendanti e correttivi si intende qualsiasi sostanza naturale o sintetica, minerale od organica, capace di modificare e migliorare le proprietà e le caratteristiche chimiche, fisiche, biologiche, e meccaniche di un terreno.
Gli ammendanti e correttivi più noti sono: letame (essiccato, artificiale), ammendante compostato misto, torba (acida, neutra, umificata), marne, calce agricola, ceneri, gessi, solfato ferroso.
Di tutti questi materiali dovrà essere dichiarata la provenienza, la composizione e il campo di azione e dovranno essere forniti preferibilmente negli involucri originali secondo le normative vigenti.
Per quanto riguarda il letame, questo deve essere bovino, equino o ovino, ben maturo (almeno 9 mesi) e di buona qualità, privo di inerti o sostanze nocive.
Il compost deve essere di materiale vegetale, ben maturo, umificato aerobicamente e vagliato con setacci di 20 mm di maglia, deve essere esente da sostanze inquinanti o tossiche.
Per il compost e il letame la Direzione Lavori si riserva il diritto di giudicarne l'idoneità, ordinando anche delle analisi se lo ritenga necessario.
Le quantità e la qualità di ammendanti e correttivi, se non indicate in progetto, saranno stabilite dalla Direzione Lavori di volta in volta, in relazione all'analisi del suolo, al tipo di impianto, alla stagione vegetativa, ecc.
I materiali impiegati dovranno rispettare le caratteristiche prescritte nel D.Lgs. 29 aprile 2006, n. 217 di revisione della disciplina in materia di fertilizzanti.
Gli ammendanti e correttivi saranno misurati in peso del materiale secco, effettivamente miscelato al terreno di cantiere, espresso in chilogrammi se forniti sfusi, in litri se forniti in sacchi.
Componenti per l'irrigazione
Tutti i materiali da utilizzare per l'impianto di irrigazione dovranno essere di ottima qualità, di materiale atossico, provenienti da ditte nel settore, totalmente compatibili tra loro.
All'interno dei pozzetti si dovrà utilizzare raccorderia in polipropilene resistente alle tensioni provocate dall'assestamento delle tubazioni, al di fuori in materiale plastico.
Le tubazioni dovranno essere in Polietilene Alta o Bassa Densità, minimo PN 6 per condotte in pressione, (per tubazioni di diametro ^{3} 75 mm occorre PN 12), le tubazioni e la raccorderia dovrà essere in materiali resistenti e adeguati alle necessità dell'impiego specifico.
Nel caso in cui sia a carico dell'Appaltatore la fornitura e la messa in opera del bauletto d'allacciamento alla rete idrica, per il contenimento del relativo contatore, la posizione del manufatto sarà indicata dalla Direzione Lavori.
I componenti per l'irrigazione saranno misurati a numero, nel caso delle tubazioni saranno misurate a metro lineare, effettivamente montati o posati in cantiere.
Approvvigionamento di acqua

Nel caso in cui l'acqua non fosse disponibile, l'appaltatore è tenuto a rifornirsi della quantità necessaria con mezzi propri e a proprie spese. L'Appaltatore, sia che si approvvigioni dal committente che con mezzi propri, è tenuto al controllo periodico della qualità dell'acqua. L'acqua utilizzata per l'irrigazione e l'innaffiamento dovrà essere esente da sostanze inquinanti e nocive, nonché risultare entro i limiti di tolleranza di "fitotossicità relativa".

Materiale vegetale

Per materiale vegetale si intende tutto il materiale vivo (alberi, arbusti, erbacee, sementi, ecc.) necessario all'esecuzione dei lavori.

Il produttore del materiale vegetale e lo stesso materiale devono rispettare le seguenti normative:

- Direttiva 2000/29/CE del Consiglio dell'8 maggio 2000 e ss.mm.ii. concernente le misure di protezione contro l'introduzione nella Comunità di organismi nocivi ai vegetali o ai prodotti vegetali e contro la loro diffusione nella Comunità;
- Decreto Legislativo n. 214 del 19 agosto 2005 e ss.mm.ii. - Attuazione della direttiva 2002/89/CE concernente le misure di protezione contro l'introduzione e la diffusione nella Comunità di organismi nocivi ai vegetali o ai prodotti vegetali;
- Decreto Legislativo n. 84 del 9 aprile 2012 - Modifiche ed integrazioni al decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 214, recante attuazione della direttiva 2002/89/CE, concernente le misure di protezione contro l'introduzione nella Comunità di organismi nocivi ai vegetali o ai prodotti vegetali e contro la loro diffusione nella Comunità, a norma dell'articolo 33 della legge 4 giugno 2010, n. 96;
- Decreto del Ministero delle Politiche Agricole Alimentari e Forestali del 12 novembre 2009 - Determinazione dei requisiti di professionalità e della dotazione minima delle attrezzature occorrenti per l'esercizio dell'attività di produzione, commercio e importazione di vegetali e prodotti vegetali;
- Sezione VIII Nuove varietà vegetali indicate nel D.Lgs. 10 febbraio 2005, n. 30;
- legge 22 maggio 1973, n 269 "Disciplina della produzione e del commercio di sementi e piante da rimboschimento".

L'Appaltatore deve comunicare anticipatamente alla Direzione Lavori la provenienza del materiale vegetale, quest'ultima si riserva la facoltà di effettuare, insieme all'Appaltatore, visite ai vivai di provenienza per scegliere le singole piante, riservandosi la facoltà di scartare, a proprio insindacabile giudizio, quelle non rispondenti alle caratteristiche indicate nel presente Capitolato, negli elaborati progettuali in quanto non conformi ai requisiti fisiologici, fitosanitari ed estetici che garantiscano la buona riuscita dell'impianto, o che non ritenga comunque adatte alla sistemazione da realizzare.

Dove richiesto dalle normative vigenti il materiale vegetale dovrà essere accompagnato dal "passaporto per le piante" ai sensi del Decreto Legislativo 19 agosto 2005, n. 214.

Talee

Con il generico nome di talea di intende la porzione di parti aeree di specie con elevata capacità di riproduzione vegetativa. In generale si tratta di una porzione di ramo che, se messa nelle idonee condizioni vegetative, è in grado di radicare e poi di costituire una nuova pianta.

Naturalmente la produzione di apparato radicale che deriva da una talea è piuttosto debole nelle prime fasi, ma con il tempo l'esplorazione di un sempre maggiore volume di terra e la costituzione di cordoni radicali di maggiore dimensione e forza possono garantire un valido apporto strutturale e di consolidamento del terreno.
Il salice è, per le caratteristiche di autoradicazione il genere maggiormente impiegato sotto forma di talea all'interno delle singole opere di ingegneria naturalistica.
Il prelievo del materiale vegetale vivo deve venire effettuato durante il periodo di riposo vegetativo da individuare circa dal periodo dell'agostamento del legno (settembre - ottobre) fino a fine fioritura (marzo)
Naturalmente può variare anche significativamente nei suoi limiti estremi dipendendo da parametri locali quali latitudine, quota, esposizione, clima, condizioni meteorologiche, nonché dall'ambito ecologico. Al momento del taglio, comunque, i rami devono essere a riposo.
Il taglio si esegue alla base della ramificazione e, nelle specie arbustive, quanto più possibile in prossimità del suolo, eseguendo un taglio netto evitando le sbavature o gli scortecciamenti che comprometterebbero la vitalità del legno; per questo motivo è consigliabile l'uso di motosega (anche per motivi legati al tempo di taglio) o di sega ad arco per legno.
Le talee devono venire tagliate e, quanto prima, impiegate. E' quindi necessario trovare tutti i modi per ridurre il più possibile il tempo che intercorre tra il taglio e la posa definitiva.
Il materiale, durante il trasporto deve venire protetto da essiccamenti e disidratazioni mediante riparo da soleggiamenti e ventilazioni eccessive.
Nel periodo di stoccaggio in cantiere il materiale vegetale vivo deve venire accatastato all'ombra, meglio se con la parte basale immersa in acqua o quasi totalmente ricoperto da terreno umido. Da evitare soleggiamenti, gelate e ventilazioni eccessive.
In caso il materiale non possa venire utilizzato immediatamente è opportuno che venga stoccato o in celle frigorifere, al fine di mantenere la freschezza o può venire ricoperto di terriccio umido.
Si ricorda che le talee che radicano meglio sono quelle che presentano un diametro intorno a 4-6 cm in quanto si tratta di materiale ricco di riserve.
È opportuno che nella preparazione del materiale si presti cura al diradamento dei rami secondari e allo sfoltimento in generale mediante apposite forbici o cesoie da giardinaggio, mentre è assolutamente da evitare la spezzatura a mano del ramo, in quanto tale pratica danneggerebbe irrimediabilmente le parti: si possono impiegare anche coltelli a lama diritta e nel qual caso il movimento di taglio dovrà essere impresso seguendo il verso di crescita del ramo principale, tenendo impugnato quest'ultimo dall'estremità basale (parte più grossa), evitando le scortecciature che riducono la possibilità di attecchimento.
Nel caso si renda necessario, è possibile ricavare una punta nella talea all'estremità che verrà infissa nel terreno , prestando comunque molta attenzione al verso della talea (rispettare la polarità della talea). Tale pratica è assolutamente inutile nel caso di utilizzo di verga, astone e ramaglia.
Erbacee igrofile

Il progetto comprende anche la fornitura e messa a dimora di erbacee igrofile (vegetazione igrofila messa a simora in sommità dei gabbioni posati su fondo vasca), da fornire in vaso del genere, specie e varietà seguenti*: PHRAGMITES AUSTRALIS*.
Le erbacee igrofile saranno fornite in vaso di dimensione 9 ÷ 12 cm.
Le piante verranno fornite con vaso della dimensione indicata per ogni specie o varietà, e dovranno essere di pronto effetto, prive di malattie, ben accestite, fornite in vaso o contenitore e presentare un apparato radicale (visibile asportando il contenitore) ben sviluppato e vitale. Se in vegetazione, la parte vegetativa dovrà essere correttamente ramificata e ben sviluppata, uniforme ed equilibrata per simmetria e distribuzione.
Le piante acquatiche e palustri dovranno essere fornite in contenitori predisposti alle esigenze specifiche delle singole piante, che ne consentano il trasporto e ne garantiscano la conservazione fino al momento della messa a dimora.
Le piante in vaso o contenitore possono essere messe a dimora durante tutto l'anno, anche se sono da evitare i periodi estivi (luglio-agosto) o di gelo. La piantagione non si effettua con terreno gelato o con temperature inferiori agli 0° C, né con forti venti, né con terreni allagati, fatta eccezione per le specie igrofile.
Le piante avranno la seguente densità di impianto: 5 al mq con vaso 9 ÷ 12.
Particolare cura deve essere posta nella messa a dimora delle piante acquatiche per la quale si dovrà verificare la profondità di piantagione: in generale è necessario interrare gli apparati radicali alcuni centimetri più bassi del livello del pietrame, coprendoli con adeguato materiale (ad es. ghiaia) per evitare il galleggiamento delle parti organiche leggere del terriccio e migliorare l'ancoraggio della pianta. Qualora si operi con bacino privo di acqua, si raccomanda di mettere a dimora le piante e di provvedere quanto prima al riempimento dell'invaso. Qualora ciò non fosse possibile si rende necessaria una bagnatura frequente delle stesse per evitare qualunque fenomeno di disidratazione.
Piante o partite non corrispondenti o difettose dovranno essere prontamente eliminate e sostituite con altre confacenti.
Eventuali variazioni di specie delle piante, a parità di valore, potranno essere effettuate in corso lavori, segnalandone la necessità e dovranno essere approvate dalla DL e dai progettisti.
Sementi
L'Appaltatore dovrà fornire sementi di ottima qualità, selezionate e rispondenti esattamente al genere, specie e varietà richieste, fornite nella confezione originale sigillata, munite di certificato di identità e di autenticità con indicato il grado di purezza (minimo 98%), di germinabilità (minimo 95%) e la data di confezionamento stabilita dalle leggi vigenti.
Per evitare il deterioramento delle sementi non immediatamente utilizzate, queste dovranno essere poste in locali freschi e privi di umidità.
Le sementi saranno misurate a peso di materiale effettivamente seminato in cantiere, espresso in chilogrammi.
Per la realizzazione delle superfici a prato naturalistico si richiede l'impiego di miscuglio autoctono certificato definito fiorume ossia derivante da superfici a prato donatrici aventi composizione floristica tipica della pianura padana. La densità di semina è di circa 25-30 g/mq.

Miscugli diversi potranno essere proposti e accettati a insindacabile giudizio della Direzione Lavori.
A titolo di indicazione sulla base del progetto esecutivo le sementi potranno essere e garantire:

- buona rapidità e copertura all'impianto, alta densità, tessitura robusta, colore intenso del tappeto erboso;
- adattabile a tutti i tipi di terreno, sia in ombra parziale che nelle aree soleggiate anche senza impianto di irrigazione;
- tollerante al caldo, al secco, al calpestio pesante ed al taglio con lame rotanti.

Si propone il seguente miscuglio:
* Miscuglio di specie annuali selvatiche: *Anthemis arvensis L; Centaurea cyanus L.; Consolida regalis Gray; Legousia specolum-veneris (L.) Chaix; Matricaria recutita L.; Myosotys arvensis L. Hill; Papaver apulum Ten.; Papaver rhoeas L.; Sherardia arvensis L.; Viola arvensis Murray*.
* Miscuglio di specie perenni selvatiche: *Achillea millefolium; Brachypodium rupestre; Briza media L.; Bromopsis erecta; Buphthalmum salcifolium L.; Centaurea jacea; Centaurium erythraea Rafn; Daucus carota L.; Filipendula vulgaris Moench; Galium verum L.; Globularia punctata Lapeyr; Hieracium pilosella L.; Holcus lanatus L.; Hypericum perforatum; Leucanthemum vulgare Lam.; Linaria vulgaris Mill; Onobrychis arenaria; Phleum phloides; Salvia pratensis; Sanguisorba minor Scop.; Scabiosa triandra; Securigera varia; Silene flos-cuculi (L.) Clairv.; Trifolium rubens.*

20.1.14 MATERIALI VARI PER INGEGNERIA NATURALISTICA

Bioreti

Le bioreti sono costituite da fibre naturali di cocco, juta o di sisal, tessute a maglie aperte, annodate e/o saldate in modo da formare una struttura tessuta aperta e, nello stesso tempo, deformabile e capace di adattarsi al supporto.
Caratteristiche

- facile da impiegare
- con elevata resistenza alla trazione consente di esercitare un'efficace azione di controllo sui processi erosivi delle acque meteoriche e di ruscellamento e di stabilizzazione del terreno trattato
- presentano differenti capacità di ritenzione idrica (maggiore nelle reti di juta)
- differenti durate e resistenza molto superiori nelle reti di cocco.

Sul mercato si trovano reti di cocco e juta di peso diverso; normalmente di impiegano reti con peso variabile da 500 a 1000 g/mq.
Per tutti i motivi riportati sono più indicate le reti di cocco per ambienti umidi o dove è richiesta una maggiore azione protettiva e consolidante del pendio o della scarpata da trattare con idrosemina.

20.1.15 RECINZIONI

La recinzione perimetrale dovrà essere realizzata mediante rete elettrosaldata zincata e plasticata, a fili orizzontali ondulati, a maglia 50 x 50 mm circa, filo Ø 2,9 mm, pali e saette zincati e plasticati, collari di tensione, tenditori, legature, fili di tensione zincati e plasticati ad interasse di 50 cm circa.

La recinzione dovrà prevedere almeno un accesso con larghezza di minimo 3 metri per consentire l'accesso ai mezzi, e dovrà essere posta ad opportuna distanza dal limite vasca per consentire il passaggio dei mezzi (almeno 3 m).
La recinzione dovrà essere robusta ed invalicabile e dovrà resistere alle intemperie, sia nel colore che nella struttura.

20.2 NORME GENERALI SULL'ESECUZIONE DELLE OPERE

Tutti i lavori dovranno eseguirsi con materiali, metodi e magisteri appropriati e rispondenti alla loro natura, scopo e destinazione. L'Impresa dovrà provvedere, a sue spese, a tutte le opere provvisionali miranti a garantire da possibili danni i lavori appaltati e le proprietà adiacenti nonché la incolumità degli operai, restando, in ogni caso, unica responsabile di tutte le conseguenze di ogni genere che derivassero dalla poca solidità o da imperfezioni delle suddette opere provvisionali o dagli attrezzi adoperati, ché nonché dalla poca diligenza nel sorvegliare gli operai.
Nell'esecuzione di tutti i lavori l'Impresa dovrà procedere, in modo da impedire scoscendimenti e franamenti, restando essa, come sopra detto, oltre che totalmente responsabile di eventuali danni alle persone ed alle opere, altresì obbligata a provvedere, a suo carico e spese, alla rimozione delle materie franate, tranne il caso in cui sia stata riconosciuta la causa di forza maggiore.
L'Impresa è contrattualmente responsabile della perfetta esecuzione delle opere secondo i tracciati ed i tipi di progetto con le eventuali modifiche disposte dalla D.L., per cui dovrà demolire e ricostruire a sue spese tutte quelle opere che risultassero eseguite irregolarmente dei tipi di progetto o delle disposizioni della D.L.
I controlli delle opere in corso o completate, che fossero stati eseguiti dalla D.L., non sollevano in alcun modo l'Impresa delle sue responsabilità nei casi in cui si riscontrassero successivamente errori plano-altimetrici, di forma e dimensioni o di qualunque altro genere nelle varie opere.
Le materie provenienti da tagli in genere o da scavi e demolizioni, ove non siano utilizzate o non ritenute adatte, a giudizio insindacabile della D.L., ad altro impiego sui lavori nel cantiere stesso o di altri cantieri della Stazione Appaltante, dovranno essere portate a rifiuto fuori della sede del cantiere o ai pubblici scarichi, ovvero su aree che l'Impresa dovrà provvedere a sua cura e spese.
Qualora invece, sempre a giudizio della D.L., le materie provenienti da tagli e da scavi dovessero essere successivamente utilizzate nel cantiere stesso o in altri cantieri della Stazione Appaltante, esse dovranno essere depositate in luogo adatto accettato o indicato dalla D.L., per poter essere poi riprese a tempo opportuno.
In ogni caso le materie depositate non dovranno riuscire di danno ai lavori, alle proprietà pubbliche e private ed al libero deflusso delle acque scorrenti in superficie.
La D.L. potrà far asportare, a spese dell'Impresa, le materie depositate in contravvenzione alle precedenti disposizioni.

20.2.1 RILEVATI E RINTERRI, RIEMPIMENTI IN PIETRAME

Scavi, formazione rilevati

Generalità

Prima dell'inizio degli scavi l'Appaltatore procederà alla verifica della rispondenza altimetrica dei profili del progetto e delle eventuali varianti ordinate dalla Direzione Lavori, con l'effettiva altimetria e planimetria dei luoghi dove devono essere eseguiti gli scavi e i riporti. La verifica dovrà essere fatta sulla base di capisaldi di provata validità ed omogeneità.

L'Impresa eseguirà tutti gli scavi necessari alla realizzazione delle opere, sia a mano che a macchina, qualunque sia il tipo di materiale incontrato, tanto all'asciutto che in presenza d'acqua. Se l'Impresa non potesse far defluire l'acqua naturale, la D.L. avrà la facoltà di ordinare, se lo riterrà opportuno, l'esecuzione degli scavi subacquei.
Eventuali scavi eseguiti dall'Appaltatore per comodità di lavoro od altri motivi, senza autorizzazione scritta della Direzione Lavori, non saranno contabilizzati agli effetti del pagamento.
Gli scavi saranno eseguiti in larghezza, lunghezza e profondità secondo quanto indicato nei disegni esecutivi o richiesto dalla Direzione Lavori.
All'inizio dei lavori, l'Appaltatore dovrà provvedere, ove necessario, alla rimozione della vegetazione e degli apparati radicali ed al loro trasporto a rifiuto.
All'inizio dei lavori, nelle superfici assoggettate a scavi, l'Appaltatore dovrà provvedere all'asportazione del terreno vegetale e accantonamento per il riutilizzo successivo.
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, 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. Ella 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.
La Direzione Lavori potrà ordinare che le armature di sostegno degli scavi siano aumentate o rinforzate per motivi di sicurezza senza che questo possa creare motivo di reclamo o richiesta di compensi da parte dell'Impresa.
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.
Le materie provenienti dagli scavi, saranno riutilizzate all'interno dell'area di cantiere.

Tracciamenti e livelli

L'Appaltatore dovrà tracciare tutti gli allineamenti ed i livelli necessari riferendosi a tre o più capisaldi inamovibili e facilmente individuabili, in modo da consentire in ogni momento immediate e sicure verifiche. L'Appaltatore dovrà curare la conservazione di detti capisaldi e ripristinare quelli che accidentalmente venissero rimossi

Mezzi accessori e d'uso

Nell'esecuzione delle opere di scavo l'Appaltatore dovrà attenersi scrupolosamente alle seguenti prescrizioni:

- se lo scavo richiede puntellamenti non continui, questi saranno applicati sul terreno con l'interposizione di tavole per ripartire le spinte su una superficie più ampia;
- se lo scavo richiede puntellamenti continui, questi verranno realizzati con tavolati robusti contro i quali appoggeranno a varie altezze i puntelli; qualora, nel corso degli scavi, venissero rinvenuti materiali di pregio artistico e/o archeologico, l'Impresa è tenuta a darne comunicazione scritta alla D.L. che si pronuncerà nel merito;

- dovranno essere predisposte opportune vie di scarico per l'allontanamento delle acque meteoriche al fine di evitare il rischio di franamento delle scarpate;
- gli scavi dovranno essere segnalati con idonei cartelli;
- le scarpate dello scavo dovranno essere armate man mano che lo scavo progredisce al fine di evitare ogni rischio di caduta di materiale per le maestranze;
- vanno usate particolari cautele nel prosciugamento di scavi in presenza di acqua;
- va accertata la non presenza di gas nocivi prima di scendere in pozzi o scavi già iniziati.

Geometrie di scavo

L'inclinazione delle scarpate non dovrà superare le seguenti pendenze calcolate in ragione dell'angolo di attrito delle terre:

- terre forti (argilla mista a sabbia, ghiaia, ecc.):
  - asciutte 45° - 55°
  - umide 35° - 45°
  - bagnate 25° - 35°
- terre vegetali:
  - asciutte 35° - 45°
  - umide 30° - 40°
  - bagnate 20° - 30°
- terre sabbiose fini e argille:
  - asciutte 30° - 40°
  - umide 30° - 40°
  - bagnate 15° - 25°.

Scavi subacquei e prosciugamenti

In caso di prosciugamento e drenaggio, l'Appaltatore dovrà disporre in cantiere, per tutta la durata dei lavori, di un sufficiente numero di pompe ed attrezzature atte a fare fronte a qualsiasi situazione di emergenza.

Le opere dovranno essere eseguite in accordo alle prescrizioni e raccomandazioni fornite dalla D.L. L'Appaltatore dovrà accertarsi e garantire che le aree e/o opere limitrofe alla zona di intervento non subiscano per tutta la durata dei lavori, e successivamente agli stessi, variazione alcuna nel loro stato di fatto, antecedente all'apertura del cantiere.

Le opere di drenaggio dovranno essere eseguite in modo da mantenere costantemente asciutto il fondo dello scavo.

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 dello scavo, l'Impresa ha l'obbligo di darne avviso alla Direzione Lavori, che darà le necessarie disposizioni del caso.

Resta stabilito che non sarà tenuto nessun conto degli scavi eccedenti a quelli ordinati né delle maggiori profondità a cui l'Impresa si sia spinta senza ordine della Direzione Lavori.

Particolare cura dovrà porre l'Impresa affinché non siano danneggiate dette opere nel sottosuolo e pertanto essa dovrà fare tutto quello che sia necessario per mantenere le opere stesse nella loro primitiva posizione utilizzando in tal senso sostegni, puntelli, sbadacchiature, sospensioni, ecc..
Dovrà quindi avvertire immediatamente l'Amministrazione competente e la Direzione Lavori.
Ogni onere connesso all'esecuzione degli scavi in presenza di altri servizi (sostegni provvisori, puntellamenti, cautele e rallentamenti, spostamenti, ecc..) è a carico dell'Impresa essendosene tenuto conto nei prezzi di elenco.
Nel caso in cui 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 obbligata a ripararlo o a farlo riparare al più presto sollevando il Committente e la Direzione Lavori 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 Direzione Lavori e ottenere le necessarie autorizzazioni, le prestazioni così autorizzate sono a carico della Stazione Appaltante.

Materiale scavato e discariche

Il materiale scavato sarà impiegato per la formazione di un rilevato.
Il materiale in generale destinato a futura utilizzazione dovrà essere sistemato nelle aree che la Direzione Lavori metterà a disposizione come deposito, senza compenso supplementare. Senza compenso supplementare dovrà inoltre essere effettuato il distendimento e sistemazione del terreno di risulta degli scavi nell'ambito del cantiere, se richiesto dalla Direzione Lavori.

Terreno di coltivo

La rimozione dello strato di suolo vegetale, o di terra di coltura o coltivo, deve precedere qualsiasi altro tipo di scavo o di opera di costruzione e deve interessare ogni superficie soggetta ad alterazione del suolo. Deve essere realizzata separatamente da tutti gli altri movimenti di terra.
L'asportazione della terra di coltivo è preceduta dalla eliminazione della vegetazione esistente, ove previsto.
Durante la rimozione, la terra di coltivo non potrà essere mescolata con materiali estranei, soprattutto se dannosi per le piante.
La terra di coltura deve essere asportata da tutte le superfici destinate a scavi e riporti, od utilizzate per installazioni di cantiere, per uno spessore di circa 20 cm, affinché sia conservata e riutilizzata per lavori di costruzione del paesaggio, avendo cura di evitare materiale inerte, rifiuti affioranti, fanghi ed argille presenti negli strati inferiori.
Per evitare la compattazione del suolo, gli eventuali veicoli cingolati utilizzati non devono esercitare una pressione superiore a 0.40 kg/cm2 e la larghezza dei cingoli non può essere inferiore a 500 mm.
La terra di coltivo dovrà essere ordinatamente accatasta in modo tale da non essere soggetta a transito di veicoli. Si dovranno evitare inquinamenti sia durante l'accatastamento che durante il periodo di deposito. Il deposito dovrà essere protetto contro l'erosione e le erbe infestanti e

regolarmente innaffiato per impedirne l'essiccazione. I cumuli di terra di coltivo non dovranno essere troppo grandi, per evitare di danneggiare la struttura e la fertilità. In generale, la larghezza di base dei cumuli non dovrà superare 3 m e l'altezza 2 m. Con quantità molto grandi di terra di coltivo, la larghezza di base potrà anche superare 3 m, ma in tal caso l'altezza non potrà superare 1 m. Cumuli costituiti da suoli vegetali fortemente leganti dovranno essere rivoltati almeno una volta all'anno.

Rilevati

Per la formazione dei rilevati e dei reinterri, fino alle quote prescritte dai disegni, si impiegheranno, se possibile, i materiali provenienti dagli scavi, se giudicati idonei a giudizio insindacabile della Direzione Lavori.

Qualora detti materiali non fossero sufficienti per la formazione delle opere in oggetto, l'Appaltatore dovrà prelevare il materiale occorrente all'esterno dell'area di cantiere purché sia riconosciuto idoneo dalla D.L..

I rilevati saranno eseguiti con scarpate regolari e spianate, con i cigli ben allineati e profilati, compreso gli eventuali ricarichi o tagli, la ripresa e sistemazione di scarpate e banchine e l'espurgo definitivo dei canali per dare l'opera completa e collaudabile.

L'opera di compattamento deve essere preceduta e accompagnata dall'utilizzo di motorgraders che curino in continuità la sagomatura della superficie.

E' infatti della massima importanza che questa, nel corso della formazione del rilevato, presenti sagoma spiovente con opportuna pendenza e che si evitino buche ove l'acqua possa ristagnare. Il piano finale sarà regolarizzato con tolleranza massima di 2 cm misurata con un regolo da 4 m di lunghezza.

Uguale tolleranza massima è prescritta per le quote di riferimento sui disegni di progetto.

La posa del materiale per formazione dei riporti non portanti deve essere eseguita in strati aventi altezza massima di 30 cm con pendenza massima degli strati tale da permettere il deflusso delle acque piovane.

Preparazione del piano di posa

In caso di terreno inclinato oltre il 15%, la superficie di appoggio dei rilevati dovrà essere sistemata con opportuni gradoni alti circa 30 cm, nel numero che la Direzione Lavori riterrà opportuno, con il fondo in contropendenza rispetto al declivio naturale (contropendenza non superiore al 5%), per impedire ogni scorrimento. In tale caso dovranno essere eseguite a monte, prima della formazione del rilevato, tutte le opere di scarico ritenute necessarie per proteggere il rilevato stesso da infiltrazioni di acqua.

Nel caso di terreni poco consistenti la superficie di appoggio dei rilevati e/o reinterri dovrà essere sistemata secondo le disposizioni che verranno impartite caso per caso dalla D.L., sia allargando la base quale contributo alla maggiore stabilità delle scarpate, sia con risanamenti e bonifiche del terreno stesso.

Resta comunque inteso che il terreno al disotto della superficie di appoggio di qualsiasi riporto dovrà avere caratteristiche geotecniche effettivamente corrispondenti a quelle di progetto ed essere approvata dalla D.L. prima dell'inizio del riporto stesso.

Qualora il materiale per l'esecuzione dei riporti venga prelevato da cave di prestito, si dovrà provvedere al sicuro e facile deflusso delle acque, evitando nocivi ristagni ed alla sistemazione delle scarpate secondo pendenze regolari.

Modalità esecutive

I materiali per i rinterri ed i rilevati dovranno essere disposti in strati dello spessore di circa 30 - 40 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 Direzione Lavori.

Le superfici di appoggio dei rilevati dovranno essere scarificate asportando il materiale superficiale per uno spessore minimo di 30 - 50 cm, a giudizio della Direzione Lavori.

Le superfici di appoggio dovranno essere rullate con rullo vibrante di peso non inferiore alle 2 t e dovranno essere preventivamente ispezionate ed approvate dalla Direzione Lavori.

Per quanto concerne il piano d'appoggio di strutture quali serbatoi occorrerà prevedere il preliminare costipamento del fondo scavo mediante minimo 5 passaggi di rullo statico del peso non inferiore alle 7 t.

Il rinterro per costituire il piano di fondazione prevede inoltre l'interposizione di geotessile, la stesura di 10 cm di sabbia costipata, la stesa a strati non superiori a 30 cm di misto naturale di cava privo di frazione fine e di elementi granulari eccedenti i 10 cm di diametro. Il misto naturale di cava andrà steso e costipato per strati successivi non superiori ai 30 cm con almeno 5 passaggi di rullo statico del peso minimo di 7 t.

I drenaggi dovranno essere costituiti da tubazioni in calcestruzzo semplice posati secondo le modalità e le direttrici di disegno con adeguata pendenza verso il pozzetto di recapito e avvolgimento completo in geotessuto.

Riporto meccanico di terra di coltivo

Prima del riporto dovrà essere dissodato il fondo esistente (già ripulito da macerie e rifiuti), mediante erpicatura semplice, seguita da scarificazione in caso di presenza di sassi e pietre. Nella movimentazione si dovrà porre particolare attenzione al raggiungimento di un grado di compattazione ottimale per la crescita della vegetazione, secondo il giudizio della Direzione Lavori; a tale scopo si dovrà procedere mediante

passaggi incrociati con mezzi pesanti, se la compattazione verrà giudicata insufficiente, o con fresature superficiali qualora la compattazione raggiunga valori troppo elevati. La fase di livellamento dovrà essere effettuata, con mezzi meccanici di tipo leggero (pale gommate compatte o trattrici agricole), in passaggi semplici, con riduzione al minimo delle manovre. Le quote definitive del terreno dovranno essere quelle indicate negli elaborati di progetto e dovranno, comunque, essere approvate dalla Direzione Lavori. Le misure degli spessori saranno da considerarsi ad assestamento e rullatura superficiale avvenuti. Al termine di ogni opera effettuata, l'Appaltatore

rilascerà un certificato di rispondenza alle indicazioni progettuali, ai requisiti prestazionali e di qualità previsti nonché alle normative vigenti.

Riporto manuale di terra di coltivo

Prima del riporto dovrà essere dissodato il fondo esistente (già ripulito da macerie e rifiuti), mediante erpicatura semplice, seguita da scarificazione in caso di presenza di sassi e pietre; tale operazione non verrà effettuata qualora la superficie su cui verrà effettuato il riporto sarà stata oggetto di recente riporto e risulterà in condizioni di compattazione ottimali. Lo strato superficiale verrà compattato mediante rullatura superficiale solo nel caso si tratti di area destinata a prato. La fase di livellamento finale dovrà essere effettuata con rastrellature in modo da regolarizzare le superfici e formare i piani di deflusso delle acque.

Le quote definitive del terreno dovranno essere quelle indicate negli elaborati di progetto e dovranno, comunque, essere approvate dalla Direzione Lavori. Le misure degli spessori saranno da considerarsi ad assestamento e rullatura superficiale avvenuti. Al termine di ogni opera effettuata, l'Appaltatore rilascerà un certificato di rispondenza alle indicazioni progettuali, ai requisiti prestazionali e di qualità previsti nonché alla normativa vigente.

20.2.2 OPERE DI SCAVO PER POSA CONDOTTE, REINTERRO E RIPRISTINO

L'impresa se necessario, provvederà al puntellamento ed all'armatura degli scavi, in modo da evitare smottamenti e frane.

Dovrà pure provvedere al convogliamento fuori dello scavo di acque che si riscontrassero nel sottosuolo o di provenienza piovana.

L'onere di tali lavori è già compensato nel prezzo dello scavo nell'elenco prezzi unitari.

L'impresa è tenuta ad accertare, a sua cura e spese, presso gli Uffici tecnici dei vari utenti del sottosuolo, le condutture ed i cavi che detto sottosuolo percorrono, per evitare rotture e danneggiamenti dei quali, anche dopo preventivo accertamento, l'impresa sarà responsabile siano essi danni tanto diretti che indiretti.

L'impresa rimarrà direttamente responsabile degli eventuali danni ai servizi Pubblici ed a privati, ed obbligata alle riparazioni necessarie ed al ripristino relativo.

Eseguito il rinfianco della tubazione, si procederà poi a sistemare sopra 20/30 cm di terriccio di risulta, vagliato e privo di pietre che potrebbe danneggiare il rivestimento del tubo, ed infine verrà posata ghiaia naturale ben costipata fino a raggiungere l'altezza del piano viabile.

La Direzione dei lavori darà istruzioni, a seconda delle strade e degli Enti a cui appartengono, circa lo strato di ghiaia da collocarsi e su eventuali diverse modalità di esecuzione.

Il terreno di risulta eccedente sarà portato agli scarichi pubblici. Il ripristino della pavimentazione sarà eseguito successivamente al reinterro dopo un primo assestamento del terreno al momento nel quale verrà ordinato dalla Direzione dei Lavori.

Nel caso si avessero degli abbassamenti prima del ripristino del manto, l'Impresa dovrà provvedere a sistemarli con ghiaietta o binder che dovrà essere tolta all'atto del ripristino definitivo.

Per il ripristino definitivo si osserveranno le norme che saranno date dalla Direzione dei Lavori, secondo le prescrizioni dell'Ufficio Tecnico del Comune o di quelli degli Enti proprietari delle strade.
Nei prezzi indicati nell'elenco, si intendono compensate tutte indistintamente le prestazioni, mezzi, perditempo, che risultassero necessari per la regolare esecuzione dei lavori in oggetto e pertanto nessun compenso aggiuntivo potrà essere reclamato dall'Impresa assuntrice.
L'impresa, durante i lavori, ha l'obbligo di mantenere continuità del transito nelle strade e pertanto deve provvedere a sua cura e spese alla costruzione di pozzi comodi e sicuri, alla costruzione di rampe ecc..
L'Appaltatore avrà l'obbligo di provvedere, a sua cura e spesa, nel periodo compreso la ultimazione dei lavori e l'approvazione del certificato di collaudo, alla fornitura della mano d'opera e dei materiali necessari a conservare in perfetto stato le opere eseguite qualunque sia la causa dei danni, esclusa la causa di forza maggiore, al fine di evitare la formazione di buche, avvallamenti, ristagni di acqua, cedimenti, lesioni ecc..
In caso di eventuali inadempienze saranno applicabili le norme per l'esecuzione dei Lavori d'ufficio a carico dell'Impresa.
L'Appaltatore è tenuto all'osservanza del vigente CODICE STRADALE e sono a suo carico tutti gli oneri relativi alle segna-lazioni diurne e notturne che l'Impresa ha l'obbligo di mantenere nella sede dei lavori, in conformità alle disposizioni delle Autorità competenti e in particolare dei regolamenti stradali, come cavalletti di sbarramento, cartelli segnalanti lavori in corso, segnali luminosi, difese lungo lo scavo ed in genere quanto altro necessario per la sicurezza del transito.
Rimanendo l'Amministrazione esonerata da qualsiasi danno a persona o cosa che potrà verificarsi in conseguenza della costruzione e manutenzione delle opere oggetto del presente CAPITOLATO, restando l'Amministrazione e i funzionari dipendenti completamente sollevati per eventuali conseguenze civili o penali per omessa, insufficiente e non custodita efficienza dei segnali di pericolo ed dei fanali nelle aree notturne e di offuscata visibilità.
Dovranno essere poi mantenuti comodi e sicuri passaggi pedonali per gli ingressi carreggiabili ove necessario.
Dopo il riempimento degli scavi e prima del ripristino della pavimentazione stradale si dovranno porre i regolamentari cartelli di pericolo per il traffico.
L'Impresa non potrà chiedere alcun compenso aggiuntivo per il ritrovamento di antiche massicciate preesistenti oltre a quella di superficie o di rottami o di vecchie canalette o fognoli, soltanto nel caso di doversi demolire blocchi compatti di muratura o cemento si applicheranno i relativi prezzi d'elenco al netto del ribasso d'asta.
I conglomerati bituminosi da impiegare per la ripresa dei manti bitumati dovranno essere confezionati a caldo, assicurando il perfetto dosaggio del bitume, degli additivi e degli aggregati, il bitume dovrà essere riscaldato a temperatura compresa tra i 160° e 180° C.
Gli inerti dovranno corrispondere alle NORME PER L'ACCETTAZIONE DEI PIETRISCHI emanate dal CNR, la granulazione dovrà presentare una massa continua e a compattazione avvenuta l'indice dei voti non dovrà superare l'8% per il conglomerato per strati di base e il 5% per il conglomerato per il tappeto di usura.

La posa in opera dovrà essere preceduta da accurata pulizia delle superfici da rivestire nonché da una spalmatura di emulsione bituminosa in ragione di 0,6 Kg/mq. La cilindrata avverrà con compressori da 5/10 tonnellate.
I conglomerati dovranno essere praticamente impermeabili sottoposi da uno strato d'acqua di cm 10 dopo 72 ore di prova.
Indipendentemente dalle prove di laboratorio l'Impresa resta contrattualmente obbligata a rifare a sue spese, fino a collaudo approvato tutte quelle applicazioni che dopo la loro esecuzione non abbiano dato risultati soddisfacenti.

20.2.3 FORNITURA E POSA DI TUBAZIONI

Trasporto ed accatastamento dei tubi e dei raccordi

Tubi

I tubi per la costruzione di fognature e di scarichi industriali interrati vengono forniti in barre generalmente di lunghezza 6÷12 m o comunque in pezzature da convenirsi tra committente e fornitore.

Trasporto

Nel trasporto dei tubi i piani di appoggio devono essere privi di asperità. I tubi devono essere appoggiati evitando eccessive sporgenze al di fuori del piano di carico.
Le imbragature per il fissaggio del carico possono essere realizzate con funi o bande di canapa o di nylon o similari, adottando gli opportuni accorgimenti in modo che i tubi non vengano mai direttamente a contatto con esse per non provocare abrasioni o danneggiamenti.

Carico, scarico e movimentazione

Se il carico e lo scarico dai mezzi di trasporto e comunque la movimentazione vengono effettuati con gru o col braccio meccanico di un escavatore, i tubi devono essere sollevati nella zona centrale con un bilancino di ampiezza adeguata. Se queste operazioni vengono effettuate manualmente, si eviti in ogni modo di fare strisciare i tubi sulle sponde del mezzo di trasporto o comunque su oggetti duri ed aguzzi.

Accatastamento

Il piano di appoggio a terra dovrà essere livellato ed esente da asperità e soprattutto da pietre appuntite. L'altezza di accatastamento non deve essere superiore a 2 m qualunque sia il diametro dei tubi. Quando i tubi vengono accatastati all'aperto per lunghi periodi è consigliabile proteggerli dai raggi solari.
Nel caso di tubi di grossi diametri (oltre 500 mm) si consiglia di armare internamente le estremità dei tubi onde evitare eccessive ovalizzazioni.

Raccordi ed accessori

Questi pezzi sono forniti in genere in appositi imballaggi. Se sono forniti sfusi si dovrà avere cura, nel trasporto ed immagazzinamento, di non ammucchiarli disordinatamente e si dovrà evitare che possano essere deformati o danneggiati per effetto di urti fra di essi o con altri materiali pesanti.

Scavo in trincea

Lo scavo della trincea delle dimensioni prescritte e col fondo all'esatta quota indicata dai profili longitudinali di progetto deve essere effettuato con mezzi idonei, adottando tutti i provvedimenti necessari per il sostegno delle pareti onde evitarne il franamento (che potrebbe comportare l'allagamento della trincea e danni alla tubazione eventualmente già posata). Le radici di alberi che eventualmente attraversassero la trincea nella zona interessata dalla posa della tubazione devono essere accuratamente eliminate almeno nell'immediato interno della trincea.
Il materiale di scavo deve essere accumulato lungo la trincea ad una distanza sufficiente per consentire lungo la trincea stessa il passaggio del personale addetto ai lavori e lo sfilamento dei tubi per evitare il pericolo che qualche pietra cadendo possa danneggiare la tubazione posata.

Letto di posa e rinfianco

La natura del fondo della trincea o. più in generale, del terreno in cui la tubazione troverà il suo appoggio, deve avere resistenza uniforme e tale da escludere ogni possibilità di cedimenti differenziali da un punto all'altro della tubazione. Nelle trincee aperte in terreni eterogenei, collinosi o di montagna, occorre garantirsi dall'eventuale slittamento del terreno con opportuni ancoraggi. Se si ha motivo di temere l'instabilità del terreno o del letto di posa della canalizzazione e dei relativi manufatti in muratura, a causa dell'erosione di acqua reperita nella trincea, bisogna opportunamente consolidare il terreno con l'ausilio di tubi di drenaggio al di sotto della canalizzazione (o dei manufatti in muratura) disponendo tutto intorno a detti tubi di drenaggio uno strato spesso di ghiaia o di altro materiale appropriato; occorre cioè assicurare la condizione che non sussista la possibilità di alcuno spostamento del materiale di rinterro a causa della falda acquifera.
Al fondo della trincea, livellato e liberato da ogni traccia di pietrame si sovrappone un letto di posa sabbioso così da avere la superficie d'appoggio su materiali di natura tale che assicurino la ripartizione uniforme dei carichi lungo la intera tubazione.
Occorre procedere ad un accurato livellamento del letto al di sotto del tubo e ad un rinfianco ben costipato, tenendo altresì presente che se l'altezza del rinterro è piccola il rinfianco non riuscirà a mobilitare una pressione orizzontale sufficiente a contrastare la deformazione.
E' essenziale che il letto non sia molto rigido e che offra al tubo un sostegno buono ed uniformemente distribuito.
Per quanto riguarda il rinfianco della tubazione, la funzione da esso espletata, la natura delle terre con cui può essere realizzato ed il grado di costipazione cui dette terre debbono essere assoggettate, occorre tener presente quanto segue:
la ripartizione delle pressioni del terreno lungo il perimetro della tubazione dipende dalla interazione tra tubo e terreno. Una tubazione di polietilene, la cui rigidezza si esprime col rapporto tra lo spessore della parete e il diametro medio D, tende sotto carico a deformarsi nei limiti consentiti dal valore s/D e quindi dall'interazione col terreno circostante, fino al raggiungimento di una situazione di equilibrio tra i carichi e le reazioni. Perché la deformazione (la riduzione cioè del diametro verticale in rapporto al suo valore originario) non passi i limiti ammissibili (5%) per il mantenimento della stabilità dimensionale dalla sezione del tubo e perché non si verifichino sollecitazioni eccedenti le possibilità di resistenza del materiale, occorre che il terreno circostante il

tubo sia ben costipato onde poter offrire al tubo stesso un sostegno adeguato ed avere anzi il ruolo di elemento costruttivo.
Per ottenere quindi dal rinfianco un risultato soddisfacente si devono impiegare materiali perfettamente costipabili, per es. sabbia, fino ad un'altezza di 10 cm al di sopra della generatrice superiore del tubo:
Il costipamento del riempimento che avvolge il tubo dovrà essere uniforme e raggiungere il 90% del valore ottimale con la prova di penetrazione di Proctor modificata.
Il rinfianco dei terreni, quali quelli di natura organica, torbosi, melmosi, argillosi etc., deve essere proibito perché detti terreni non sono costipabili a causa del loro alto contenuto d'acqua; esso potrà essere consentito, in via eccezionale, solo se saranno prescritte speciali modalità di posa o maggiori spessori.
Il rinterro intorno al tubo deve essere effettuato apportando in un primo tempo il materiale su entrambi i lati della tubazione fino al punto diametrale della stessa e quindi spingendo il materiale sotto al tubo con l'aiuto di una pala, e costipandolo e mano o con idonei compattori leggeri meccanici (stando bene attenti a non spostare e a non danneggiare il tubo). Dopo aver eseguito questo costipamento si riempie la trincea con lo stesso materiale fino a 10 cm al di sopra della generatrice superiore del tubo e si costipa l'intero riempimento esclusivamente sulle parti laterali della trincea, al di fuori cioè della zona occupata dal tubo.
Un riempimento cattivo e non uniforme intorno al tubo influenza la deformazione del tubo stesso in modo inverso al valore del rapporto s/D ed in modo più pronunciato nei tubi sotto rinterro inferiore a 1 ÷ 1,50 m.
Il riempimento della restante altezza della trincea fino a 63 cm dal piano di campagna può essere effettuato con lo stesso materiale di scavo (sempre che non si tratti di torbe, fanghi e materie organiche od anche di argille o di limo) spurgato di elementi superiori a 100 mm e di residui animali e vegetali. La serie di spessori dei tubi della classe base è stata scelta in previsione di un terreno di riempimento abbastanza cattivo (caratterizzato da un peso specifico di 2,1 t/m3 e da un angolo di attrito di 22,5°) che comporta nel tubo notevoli sollecitazioni, ma ovviamente comprese nei limiti di carico di sicurezza del materiale.
Il riempimento deve essere effettuato a strati successivi dello spessore massimo di 30 cm, che debbono essere costipati (a mano, con pigiatoi piatti, o con apparecchi di costipazione meccanici leggeri) almeno fino ad 1 metro di copertura sul vertice della tubazione, l'un dopo l'altro, in modo che la densità della terra in alto raggiunga, a costipazione effettuata, il 90% del valore ottimale determinato con la prova di Proctor modificata.
Durante le operazioni di rinterro e di costipazione bisogna evitare che carichi pesanti transitino sulla trincea.

Inizio del riempimento

Il riempimento (almeno per i primi 50 cm sopra il tubo) dovrà essere eseguito, su tutta la condotta, nelle medesime condizioni di temperatura esterna.
Il riempimento si consiglia sia fatto nelle ore meno calde della giornata. Si procederà sempre a zone di 20 ÷ 30 m, avanzando in una sola direzione e possibilmente in salita; si lavorerà su tre tratte

consecutive e verrà eseguito contemporaneamente il ricoprimento (fino a quota 50 cm sul tubo) in una zona, il ricoprimento (fino a 20 cm sul tubo) nella zona adiacente e la posa della sabbia intorno al tubo nella tratta più avanzata.
Si potrà procedere a lavoro finito su tratte più lunghe solo in condizioni di temperatura più o meno costante.
Una delle estremità della tratta di condotta dovrà essere sempre mantenuta libera di muoversi e l'attacco dei pezzi speciali dovrà essere eseguito dopo che il ricoprimento è stato portato a 5 ÷ 6 m dal pezzo stesso.

Posa in opera dei tubi

Prima della posa in opera i tubi, i giunti e i pezzi speciali dovranno essere accuratamente controllati, con particolare riguardo alle estremità, per accertare che nel trasporto o nelle operazioni di carico e scarico non siano stati danneggiati, quelli che dovessero risultare danneggiati in modo tale da compromettere la qualità o la funzionalità dell'opera dovranno essere scartati e sostituiti.
Per il sollevamento e la posa dei tubi in scavo, in rilevato o su appoggi, si dovranno adottare gli stessi criteri usati per le operazioni precedenti (di trasporto, ecc.) con l'impiego di mezzi adatti a seconda del tipo e del diametro, onde evitare il deterioramento dei tubi ed in particolare delle testate.
Nell'operazione di posa dovrà evitarsi che nell'interno delle condotte penetrino detriti o corpi estranei di qualunque natura e che venga comunque danneggiata la loro superficie interna; le estremità di ogni tratto di condotta in corso di impianto devono essere comunque chiuse con tappo di legno, restando vietato effettuare tali chiusure in modo diverso. La posa in opera dovrà essere effettuata da personale specializzato. I tubi con giunto a bicchiere saranno di norma collocati procedendo dal basso verso l'alto e con bicchieri rivolti verso l'alto per facilitare l'esecuzione delle giunzioni. La posa in opera dei tubi sarà effettuata sul fondo del cavo spianato e livellato eliminando ogni asperità che possa danneggiare tubi e rivestimenti. Il letto di posa - che non è necessario nel caso di terreno sciolto e lo è invece in caso di terreni rocciosi consisterà, nei casi in cui è prescritto dal Direttore dei lavori per costituire un supporto continuo della tubazione, in uno strato, disteso sul fondo dello scavo, di materiale incoerente come sabbia o terra non argillosa sciolta e vagliata e che non contenga pietruzze - di spessore non inferiore a 10 cm misurati sotto la generatrice del tubo che vi verrà posato. Se i tubi vanno appoggiati su un terreno roccioso e non è possibile togliere tutte le asperità lo spessore del letto di posa dovrà essere convenientemente aumentato.
In nessuno caso si dovrà regolarizzare la posizione dei tubi nella trincea utilizzando pietre o mattoni od altri appoggi discontinui. Il piano di posa - che verrà livellato con appositi traguardi in funzione delle (livellette) di scavo (apponendo e quotando dei picchetti sia nei punti del fondo della fossa che corrispondono alle verticali dei cambiamenti di pendenza a di direzione della condotta, sia in punti intermedi in modo che la distanza tra picchetto e picchetto non superi 15 metri) dovrà garantire una assoluta continuità di appoggio e, nei tratti in cui si temano assestamenti, si dovranno adottare particolari provvedimenti quali: impiego di giunti adeguati, trattamenti speciali del fondo della trincea o se occorre, appoggi discontinui stabili ,quali selle o mensole. In questo ultimo caso la discontinuità di contatto tra tubo e selle sarà assicurata dall'interposizione di materiale idoneo. Per i tubi costituiti da materiali plastici dovrà prestarsi particolare cura ed attenzione quando le

manovre dovessero effettuarsi a temperature inferiori a 0°C per evitare danneggiamenti. I tubi che nell'operazione di posa avessero subito danneggiamenti dovranno essere riparati cosi da ripristinarne la completa integrità, ovvero saranno definitivamente scartati e sostituiti. E' vietato l'impiego di spezzoni di tubo non strettamente necessari. Durante l'esecuzione dei lavori di posa debbono essere adottati tutti gli accorgimenti necessari per evitare danni agli elementi di condotta già posati. Si impedirà quindi con le necessarie cautele durante i lavori e con adeguata sorveglianza nei periodi di sospensione, la caduta di pietre, massi, ecc. che possano danneggiare le tubazioni e gli apparecchi.
Ogni tratto di condotta posata non deve presentare contropendenze in corrispondenza di punti ove non siano previsti organi di scarico e di sfiato.
La posizione esatta in cui devono essere posti i raccordi o pezzi speciali e le apparecchiature idrauliche deve essere riconosciuta o approvata dal Direttore dei lavori . Quindi resta determinata la lunghezza dei diversi tratti di tubazione continua, la quale deve essere formata col massimo numero possibile di tubi interi, così da ridurre al minimo il numero delle giunture.
Con opportune arginature e deviazioni si impedirà che le trincee siano invase dalle acque piovane e si eviterà parimenti, con rinterri parziali eseguiti a tempo debito senza comunque interessare i giunti, che, verificandosi nonostante ogni precauzione la inondazione dei cavi, le condotte che siano vuote e chiuse agli estremi possano essere sollevate dalle acque.
Ogni danno di qualsiasi entità che si verificasse in tali casi per mancanza di adozione delle necessarie cautele e a carico dell'impresa.
Posa in opera dei pezzi speciali e delle apparecchiature idrauliche:
i pezzi speciali e le apparecchiature idrauliche saranno collocati seguendo tutte le prescrizioni prima indicate per i tubi. I pezzi speciali saranno in perfetta coassialità con i tubi. Gli organi di manovra (saracinesche di arresto e discarico, sfiati, gruppi per la prova di pressione, ecc.) e i giunti isolanti - che è conveniente prima preparare fuori opera e poi montare nelle tubazioni - verranno installati, seguendo tutte le prescrizioni prima indicate per i tubi, in pozzetti o camerette in muratura accessibili e drenate dalle acque di infiltrazione in modo che non siano a contatto con acqua e fango. Fra gli organi di manovra ed eventuali muretti di appoggio verranno interposte lastre di materiale isolante. Nei casi in cui non è possibile mantenere le camerette sicuramente e costantemente asciutte, le apparecchiature suddette saranno opportunamente rivestite, operando su di esse prima della loro installazione e successivamente sulle flange in opera. Parimenti saranno rivestiti ,negli stessi casi o se si tratta di giunti isolanti interrati, i giunti medesimi. Le saracinesche di arresto avranno in genere lo stesso diametro della tubazione nella quale debbono essere inserite e saranno collocate nei punti indicati nei disegni di progetto o dal Direttore dei lavori. Le saracinesche di scarico saranno collocate comunque - sulle diramazioni di pezzi a T o di pezzi a croce - nei punti più depressi della condotta tra due tronchi a V (discesa - salita),ovvero all'estremità inferiore di un tronco isolato.
Giunzione dei pezzi speciali flangiati e delle apparecchiature idrauliche con la tubazione
il collegamento dei pezzi speciali flangiati o delle apparecchiature idrauliche con la tubazione è normalmente eseguito con Giunto a flangia piena consistente nella unione, mediante bulloni, di due

flange poste alle estremità dei tubi o pezzi speciali o apparecchiature da collegare, tra le quali è stata interposta una guarnizione ricavata da piombo in lastra di spessore non minore di 5 mm o una guarnizione di gomma telata.
Le guarnizioni avranno la forma di un anello piatto il cui diametro interno sarà uguale a quello dei tubi da congiungere e quello esterno uguale a quello esterno del - collarino - della flangia.
E' vietato l'impiego di due o più rondelle nello stesso giunto.
Giunzione e posa delle condotte a gravità in PVC
I tubi dovranno essere posati da valle verso monte avendo cura che all'interno non penetrino detriti o materie estranee o venga danneggiata la superficie interna della condotta, delle testate, dei rivestimenti protettivi.
La pulizia dei giunti e l'incollaggio devono essere effettuati con prodotti tipo Eco Griffon soddisfacente alle norme europee in materia di sostanze non dannose all'ambiente ed all'installatore.
Posa in opera dei pezzi speciali e delle apparecchiature idrauliche
I pezzi speciali e le apparecchiature idrauliche saranno collocati seguendo tutte le prescrizioni prima indicate per i tubi. I pezzi speciali saranno in perfetta coassialità con i tubi. Gli organi di manovra (saracinesche di arresto e discarico, sfiati, gruppi per la prova di pressione, ecc.) e i giunti isolanti - che è conveniente prima preparare fuori opera e poi montare nelle tubazioni - verranno installati, seguendo tutte le prescrizioni prima indicate per i tubi, in pozzetti o camerette in muratura accessibili e drenate dalle acque di infiltrazione in modo che non siano a contatto con acqua e fango. Fra gli organi di manovra ed eventuali muretti di appoggio verranno interposte lastre di materiale isolante. Nei casi in cui non è possibile mantenere le camerette sicuramente e costantemente asciutte, le apparecchiature suddette saranno opportunamente rivestite, operando su di esse prima della loro installazione e successivamente sulle flange in opera. Parimenti saranno rivestiti ,negli stessi casi o se si tratta di giunti isolanti interrati, i giunti medesimi. Le saracinesche di arresto avranno in genere lo stesso diametro della tubazione nella quale debbono essere inserite e saranno collocate nei punti indicati nei disegni di progetto o dal Direttore dei lavori. Le saracinesche di scarico saranno collocate comunque - sulle diramazioni di pezzi a T o di pezzi a croce - nei punti più depressi della condotta tra due tronchi a V (discesa - salita),ovvero all'estremità inferiore di un tronco isolato.
Giunzione dei pezzi speciali flangiati e delle apparecchiature idrauliche con la tubazione:
il collegamento dei pezzi speciali flangiati o delle apparecchiature idrauliche con la tubazione è normalmente eseguito con Giunto a flangia piena consistente nella unione, mediante bulloni, di due flange poste alle estremità dei tubi o pezzi speciali o apparecchiature da collegare, tra le quali è stata interposta una guarnizione ricavata da piombo in lastra di spessore non minore di 5 mm o una guarnizione di gomma telata.
Le guarnizioni avranno la forma di un anello piatto il cui diametro interno sarà uguale a quello dei tubi da congiungere e quello esterno uguale a quello esterno del - collarino - della flangia.
E' vietato l'impiego di due o più rondelle nello stesso giunto.

20.2.4 POZZETTI

I pozzetti d'ispezione, d'incrocio, di salto, di cacciata, di manovra, di sfiato di scarico e simili, saranno eseguiti secondo i disegni di progetto, sia che si tratti di manufatti realizzati in opera che prefabbricati.
Il trasporto e la posa in opera verrà eseguita con mezzi idonei, tali da garantire la perfetta conservazione dei manufatti.
Nel caso dei manufatti realizzati in opera, verranno usate semplici sagome per la parte inferiore della canna ed apposite barulle di pronto disarmo per la parte superiore, i gradini della scaletta dovranno essere ben fissati, posizionati in perfetta verticale, allineati fra loro ed in asse col foro del sovrastante passo d'uomo della copertura. Dovrà essere posta particolare cura per non danneggiare la protezione anticorrosiva dei gradini stessi e delle pareti del pozzetto, eventualmente prescritte.
Per i manufatti fabbricati fuori opera l'elemento di base, comprendente il fondo e parte in elevazione delle pareti, dovrà essere posato perfettamente in piano su sottofondo di calcestruzzo magro preventivamente predisposto; gli eventuali anelli successivi dovranno essere posati perfettamente sulla verticale dell'elemento sottostante. I giunti dovranno essere accuratamente sigillati con materiale adatto a garantire la tenuta a pozzetto pieno d'acqua. Sulle pareti laterali dovranno preventivamente essere previsti i fori per gli innesti delle tubazioni, evitando successive demolizioni delle pareti per tale scopo, all'interno dei fori devono essere posti delle giunzioni di collegamento in modo tale che il materiale della tubazione possa essere in grado di legare con il calcestruzzo o con il materiale usato per la sigillatura
Le solette di copertura verranno di norma realizzate fuori opera e saranno dimensionate, armate e realizzate in conformità alle prescrizioni progettuali ed ai carichi previsti in funzione della loro ubicazione.

20.2.5 OPERE DI IMPERMEABILIZZAZIONE CON MANTI SINTETICI

Posa in opera del materiale

Referenze del posatore dei teli

L'Appaltatore fornirà dettagli di precedenti esperienze nella posa di teli in HDPE insieme ai nomi ed ai "curricula vitae" del personale che intende proporre per l'installazione. Tale personale sarà autorizzato dall'Appaltatore alla posa dei teli, usando le attrezzature ed i sistemi di saldatura normalmente utilizzate dal produttore stesso.

Garanzie

Il materiale dovrà soddisfare i requisiti richiesti dalle specifiche tecniche di progetto. L'Appaltatore garantirà per 10 (dieci) anni che l'opera è priva di gravi difetti ai sensi del C.C., art.1669.

Istruzioni e disegni

L'Appaltatore che si aggiudicherà l'appalto otterrà dal fornitore e fornirà alla D.L. per approvazione una specifica completa riguardante lo stoccaggio, la movimentazione, l'installazione e la saldatura dei teli in accordo con quanto indicato in seguito e fornirà le garanzie che l'Appaltatore stesso avrà ottenuto dal fabbricante, il tutto prima di confermare l'ordine della fornitura.

L'Appaltatore, prima di fare iniziare la posa, sottoporrà all'approvazione della D.L. un disegno con l'indicazione del casellario dei vari rotoli.
L'Appaltatore attribuirà un numero di matricola per ogni rotolo (tale numero sarà stampigliato su ogni rotolo già in fabbrica prima del trasporto in cantiere), indicherà la sequenza della posa dei vari rotoli e le posizioni previste per il prelievo dei campioni.
A posa ultimata l'Appaltatore fornirà alla D.L. un nuovo disegno sul quale sarà riportata con esattezza l'effettiva posa dei rotoli nonché le notizie di cui al punto precedente e con l'indicazione della successione effettiva della posa dei teli.
Manutenzione della superficie di posa
La geomembrana sarà posata sul materiale che costituisce la superficie di posa (geocomposito minerale a bassa permeabilità).
L'Appaltatore è il solo ed unico responsabile della manutenzione della superficie preparata precedentemente per la posa del materiale; in particolare, egli dovrà assicurare che tale superficie si mantenga priva di asperità o di improvvisi gradini.
Posizionamento dei teli in opera
Le varie sezioni di telo verranno srotolate in modo da ridurre al minimo gli spostamenti a rotolo svolto.
La saldatura dovrà seguire il più presto possibile. Andranno evitate condizioni di stress o eccessiva trazione o rigonfiamenti prevedendo opportuni franchi per tener conto delle contrazioni. I teli andranno zavorrati appena srotolati per prevenire movimenti e/o sollevamenti.
Non è ammesso il transito sulla geomembrana di mezzi che potrebbero arrecare danni.
Giunzioni tra telo e telo
I rotoli verranno stesi con sormonto minimo di 15÷20 cm prima della saldatura. Il posatore eserciterà la massima cura nella preparazione delle aree da saldare. La superficie di contatto delle saldature sarà ripulita con mola abrasiva e preparata secondo le procedure indicate dal fabbricante.
Tutti gli elementi saranno saldati con procedimento ad estrusione e fusione che prevede una compenetrazione costante in pressione del materiale estruso con il materiale del telo, oppure a doppia pista.
Va sottolineato che nel caso di sovrapposizione di teli, le saldature tra i teli superiori ed inferiori dovranno distare di almeno 30 cm per ogni parte. Si legga il paragrafo successivo per la descrizione delle giunzioni da realizzarsi in corso d'opera.

20.2.6 GEOTESSILI E GEOSTUOIE

Tessuto non tessuto
Rivestimento delle vasche di fitodepurazione mediante stesura di tessuto non tessuto. I rotoli di TnT devono essere trasportati ed accatastati asciutti.
Le superfici di posa devono essere conguagliate in modo tale che il tessuto dopo la posa appoggino in tutti i punti. Nella stesura per fasce parallele dovrà essere garantita la continuità mediante sormonti laterali di almeno 20 cm di spessore.

20.2.7 FORMAZIONE DEI LETTI DI FITODEPURAZIONE CON INERTI

L'Appaltatore deve impiegare per il sollevamento, trasporto e collocamento in opera, quegli attrezzi, meccanismi e mezzi d'opera che saranno riconosciuti più adatti per la buona esecuzione del lavoro e per evitare che la geomembrana possa essere danneggiata. Gli strati di ghiaie debbono essere formate con ogni diligenza, in modo da costituire un tutto compatto e regolare, di quelle forme e dimensioni prescritte dal contratto o che siano, in ogni caso, stabilite dalla D.L.. Qualora la D.L. lo reputi necessario per la non perfetta orizzontalità dei piani superficiali dei settori filtranti, potranno anche essere richiesti all'Appaltatore eventuali riporti, per garantire una uniformità nella distribuzione delle ghiaie.
La ghiaia che viene messa nella vasca deve essere lavata. Il materiale deve essere steso all'interno della vasca stando all'esterno delle stesse mediante mezzi meccanici e appoggiandolo con attenzione senza scaricarlo dall'alto, e movimentando poi la ghiaia a mano o tramite l'utilizzo di piccoli mezzi meccanici che potranno accedere alle vasche solo una volta che è stato messo in opera uno strato di ghiaia di 30 cm di altezza. Non è consentito l'ingresso all'interno della vasca mediante escavatore.

20.2.8 OPERE A VERDE

Sistema combinato biorete in fibra di cocco e fissaggio con talee

Materiali impiegati

- Biorete in cocco.
- Picchetti in legno e/o in ferro ad aderenza migliorata, in diverse forme (ad U, a T) in funzione della consistenza del substrato. Su substrati sciolti e/o profondi sono preferibili i picchetti in legno (soprattutto di castagno), mentre dove la roccia è affiorante sono preferibili i picchetti metallici. In caso di disponibilità in loco del materiale e di substrati favorevoli, la biorete può essere fissata con picchetti vivi di specie dotate di capacità vegetativa.
- Terreno vegetale.
- Concime.
- Talee.

Sequenza costruttiva

- Preparazione della scarpata di erosione attraverso l'eliminazione di pietrame e ramaglia.
- Profilatura della scarpata evitando la formazione di buche ed avvallamenti.
- Scavo di un solco di 20-30 cm lungo il lato a monte della superficie da proteggere per affrancamento alla base con picchetti e come canale di guardia.
- Stesura di terreno vegetale sulla superficie da proteggere.
- Risvolto degli elementi antierosivi lungo la massima pendenza, previo riempimento, in maniera che non siano troppo tesi e che venga garantita una leggera sovrapposizione laterale (10-15 cm) tra i diversi rotoli impiegati.

- Fissaggio degli elementi con picchetti disposti a distanza di 1 metro in file alternate. La corretta picchettatura garantisce l'aderenza degli elementi al terreno.
- Copertura dei bordi esterni degli elementi con il terreno e fissaggio sia nella parte alta che bassa.
- Infissione delle talee.

Evoluzione

Appena terminata la realizzazione, la struttura è in grado di assolvere alle necessità per le quali è stata progettata e costruita:

- regimazione superficiale delle acque meteoriche,
- azione antierosiva superficiale,
- stabilizzazione del substrato.

È però nel tempo che questa tecnica di ingegneria naturalistica si differenzia da analoghi interventi che non si avvalgono di componenti vegetali vivi.

Appena superato il periodo di riposo vegetativo, inizia l'emissione delle parti radicali (e di quelle aeree) dando il via a quel procedimento continuo di consolidamento della struttura e di interconnessione della stessa al substrato. Già nella prima stagione vegetativa i getti possono raggiungere lunghezze anche superiori al metro, testimoniando un perfetto attecchimento ed un idoneo sviluppo radicale, anche se questo dipende sia dalle specie impiegate sia da fattori esterni quali quelli legati all'ubicazione dell'intervento (substrato, quota, esposizione), nonché quelli climatici e meteorologici.

Gradonata viva con talee e piantine radicate

Materiali impiegati

- Talee o ramaglia di salice con lunghezza non maggiore di 100 cm e diametro fra 2 e 7 cm.
- Piantine radicate di latifoglie resistenti aventi altezza non superiore a 1 m, di solito piantine forestali di 2 anni.

Sequenza costruttiva

- Preventiva preparazione del terreno che comprende disbosco eventuale, messa in sicurezza di pietrame instabile o suo disgaggio, sistemazione morfologica, pulizia dell'ambito di intervento. Tali operazioni vengono effettuate mediante l'utilizzo del mezzo meccanico ed eventualmente completate manualmente.
- Predisposizione di uno scavo orizzontale con inclinazione in contropendenza di circa 10° con profondità fra 50 e 100 cm. Tale operazione viene effettuata o mediante l'utilizzo del mezzo meccanico ed eventualmente completata manualmente, o direttamente a mano: la scelta deriva dall'entità (quantità in ml) da realizzare. Si inizia sempre dal basso in quanto il riempimento post esecuzione viene effettuato con la terra proveniente dallo scavo del gradone superiore.
- Sistemazione a pettine di talee e piantine radicate (sempre materiale autoctono) ponendo attenzione alla polarità delle talee che devono comunque sporgere per circa ¼ della loro lunghezza dal gradone. Meglio se la messa a dimora del materiale non è ortogonale al

gradone ma leggermente inclinato. Se si ha a disposizione un buon quantitativo di materiale vivo possono venire realizzati due strati sovrapposti e leggermente incrociati. La densità di 10 talee per metro lineare è ottimale, ma a queste si può aggiungere almeno una piantina radicata ogni metro lineare.

- Ricolmare lo scavo, ripristinando la pendenza e la morfologia originali del substrato. Tale operazione viene effettuata o mediante l'utilizzo del mezzo meccanico ed eventualmente completata manualmente, o direttamente a mano, ma sempre impiegando il materiale proveniente dallo scavo superiore.
- Realizzazione di successivi allineamenti parallelamente al primo, secondo le modalità e gli accorgimenti precedenti, sino a raggiungere l'altezza finale.
- Asportare i detriti e gli scarti di lavorazione (eventuali residui organici quali rami, ramaglia, legno possono essere mischiati al materiale di riempimento, facendo attenzione che non provochino il formarsi vuoti in fase di costipamento), pulizia totale del sito.

Evoluzione

Appena terminata la realizzazione, la struttura è in grado di assolvere alle necessità per le quali è stata progettata e costruita: regimazione superficiale delle acque meteoriche, azione antierosiva superficiale, stabilizzazione del substrato.

E' però nel tempo che la gradonata viva si differenzia da analoghi interventi che non si avvalgono di componenti vegetali vivi. Appena superato il periodo di riposo vegetativo, inizia l'emissione delle parti radicali (e di quelle aeree) dando il via a quel procedimento continuo di consolidamento della struttura e di interconnessione della stessa al substrato. Già nella prima stagione vegetativa i getti possono raggiungere lunghezze anche superiori al metro, a verifica di un perfetto attecchimento e di un idoneo sviluppo radicale, anche se questo dipende sia dalle specie impiegate sia da fattori esterni quali quelli legati all'ubicazione dell'intervento (substrato, quota, esposizione), nonché quelli climatici e meteorologici.

Idrosemina a spessore

Materiali impiegati

- Sementi con certificazione di origine (30 – 60 g/mq).
- Acqua.
- Concimi.
- Ammendanti.
- Collanti.
- Paglia, fieno o cellulosa.

Sequenza costruttiva

- La superficie deve venire leggermente preparata ossia devono venire rimossi ostacoli ma non è necessario procedere con particolari lavorazioni del terreno.
- La distribuzione della miscela prescelta avviene in sospensione acquosa con leganti e concimanti mediante motopompe montate su mezzi mobili.

- Durante l'operazione di idrosemina bisognerà aver cura di agitare la sospensione per evitare la sedimentazione dei componenti. L'intervento dovrebbe essere realizzato preferibilmente nella stagione umida (marzo – maggio, settembre – novembre).

Evoluzione

Si ha un effetto antierosivo attraverso il reticolo radicale approfondito nel terreno (10 - 30 cm). Copertura a verde dell'intera superficie ottenibile in tempo breve.

La presenza dei collanti garantisce la protezione delle sementi durante la prima fase della germinazione. Inoltre nel breve periodo si crea un ambiente idoneo per la microfauna.

20.2.9 PIANTE ACQUATICHE

La piantumazione dei sistemi di fitodepurazione e le piante acquatiche previste per la vasca disperdente deve avvenire tramite piantagione di piantine in fitocella.

Per i sistemi di fitodepurazione si richiede una densità di piantumazione pari a 4 unità/m2.

La propagazione per seme e la messa a dimora di piante accresciute in vaso è una pratica molto diffusa per la costituzione di vasche di fitodepurazione. Ciascuna piantina, ottenuta da seme, viene fatta crescere, da sola, in vaso o in un tubo cilindrico lungo 20 cm in terreno da coltivo. Se si opera in condizioni di ambiente protetto con temperature comprese tra i 25-30 °C per 16 ore al giorno a cui si fanno seguire 8 ore a 10 °C, seminando nel tardo inverno dopo circa sei settimane la piantina può essere trapiantata. E' importante verificare, prima del trapianto, che rizomi e radici siano ben sviluppati. La presenza del pane di terra aumenta in modo considerevole la percentuale di attecchimento della *Phragmites*.

Con questa tecnica è possibile eseguire trapianti in qualsiasi periodo dell'anno. Indipendentemente dal metodo scelto si deve sempre partire da materiale prelevato da un ambiente simile o da condizioni ambientali più limitanti di quello di destinazione.

Carico, trasporto e scarico delle piante

Le piante, provenienti da vivai o dalla campagna, devono essere caricate ordinatamente sui mezzi di trasporto, disponendo vicine le piante della stessa specie e dimensione, in basso quelle più resistenti ed in alto quelle più delicate, ed avendo cura di evitare il surriscaldamento. Per evitare l'essiccamento da parte del vento provocato dal veicolo in movimento, si devono utilizzare per il trasporto veicoli chiusi. Quando esiste il pericolo che la temperatura salga sopra + 25 °C o scenda sotto - 2 °C, per il trasporto è necessario il consenso della Direzione dei lavori. In ogni caso, L'impresa esecutrice dovrà dare alla Direzione dei lavori, con almeno 48 ore di anticipo, comunicazione scritta della data in cui le piante verranno consegnate in cantiere. Al momento dello scarico, le perdite di umidità verificatesi durante il trasporto devono essere subito compensate mediante bagnatura. Nel caso in cui il surriscaldamento abbia provocato una precoce germogliazione delle piante, queste devono essere subito trapiantate in una stazione provvisoria ombrosa o nella stazione definitiva. Le partite gelate devono essere portate in ambienti immuni da gelo, ma freddi e lentamente sgelate.

Accatastamento in cantiere

Le piante possono essere accatastate in cantiere per un tempo massimo di 48 ore, avendo cura di evitare sia l'essiccazione che il surriscaldamento. Le piante senza pane devono essere disposte in cataste alte non più di 1,5 m, con le radici una contro l'altra, bagnate e coperte con terra. Le piante con pane devono essere accatastate in un luogo il più possibile ombroso, con i pani uno contro l'altro, bagnati e coperti all'esterno con terra o paglia.

20.2.10 MATERIALI E FINITURE PER OPERE STRADALI

Geotessili in tessuto non tessuto (TNT)

Funzioni e localizzazione

I geotessili in tessuto non tessuto avranno funzione di filtro per evitare il passaggio della componente fine del materiale esistente in posto, con funzione di drenaggio e di separazione, per migliorare le caratteristiche di portanza e stabilità dei terreni di fondazione e del corpo stradale. I geotessili andranno posati dove espressamente indicato dai disegni di progetto o dalla Direzione Lavori.

Modalità di contabilizzazione e compensazione

I geotessili in tessuto non tessuto saranno compensati a metro quadrato in base alla superficie effettivamente coperta dal telo, misurata geometricamente sul piano di posa, senza tenere conto delle sovrapposizioni.

Il prezzo compensa la fornitura e la perfetta posa in opera di tessuto non tessuto conforme alle caratteristiche indicate nel computo metrico estimativo e negli elaborati progettuali e comprende tutti gli oneri per gli sfridi, le sovrapposizioni, le cuciture, le prove di laboratorio richieste dalla Direzione Lavori e quant'altro necessario per eseguire l'opera a perfetta regola d'arte con le modalità previste nei disegni di progetto.

Caratteristiche dei materiali e conformità

Il geotessile deve essere provvisto di Marcatura CE ai sensi del Regolamento (UE) n. 305/2011 (CPR) e conforme alle norme armonizzate UNI EN 13249 (caratteristiche richieste per l'impiego nella costruzione di strade e altre aree soggette a traffico) e UNI EN 13252 (per sistemi di drenaggio).

Composizione: Il geotessile sarà composto da fibre sintetiche vergini in poliestere (PET) o in polipropilene (PP), in filamenti continui.

Coesione: Le fibre dovranno essere coesionate mediante agugliatura meccanica, termolegatura oppure mediante altri processi industriali idonei purché in grado di garantire prestazioni meccaniche, idrauliche e di durabilità non inferiori a quelle richieste dal presente Capitolato.

Geometria: I teli saranno forniti in rotoli di altezza non inferiore a 5,30 m.

Massa areica: In conformità alle lavorazioni previste dal progetto e dal computo metrico estimativo, verrà posto in opera geotessile non tessuto avente massa areica non inferiore a 350 g/m².

Proprietà superficiali e chimiche: La superficie del geotessile dovrà garantire adeguata aderenza all'interfaccia con il terreno. Dovrà risultare chimicamente inalterabile a contatto con le sostanze organiche e i reflui dell'impianto di fitodepurazione, imputrescibile, resistente ai microrganismi, stabilizzato ai raggi UV e dotato di ottima stabilità dimensionale

Modalità esecutive di posa

Il terreno di posa dovrà essere preventivamente regolarizzato, rullato e pulito da oggetti appuntiti o sporgenti (quali arbusti, ceppaie, rocce affioranti o altri materiali) in grado di produrre lacerazioni sul telo.

I teli srotolati sul terreno verranno posti in opera mediante cucitura continua sul bordo fra telo e telo, oppure mediante sovrapposizione non inferiore a 30 cm.

Il fissaggio sul piano di posa sarà effettuato mediante picchetti metallici o altri sistemi equivalenti idonei ad impedire lo spostamento del geotessile durante le operazioni di stesa del materiale sovrastante. Lunghezza, numero e interasse dei fissaggi saranno definiti in funzione delle caratteristiche del terreno e delle condizioni operative di cantiere, previa approvazione della Direzione Lavori.

Prove di accettazione e controllo in cantiere

L'Impresa, prima dell'inizio dei lavori, dovrà presentare alla Direzione Lavori la Dichiarazione di Prestazione (DoP), la marcatura CE, le schede tecniche del Produttore e la documentazione attestante i quantitativi approvvigionati.

Prima della stesa, la D.L. verificherà la rispondenza del materiale prelevando campioni in cantiere. Sarà eseguita almeno una serie di prove di controllo per ogni lotto omogeneo di fornitura e comunque non meno di una serie ogni 2.000 m² di geotessile posto in opera, salvo diverse disposizioni della Direzione Lavori. Le prove comprenderanno, ove richiesto, la determinazione della resistenza a trazione secondo UNI EN ISO 10319 e del punzonamento statico CBR secondo UNI EN ISO 12236.

Se i risultati non rispetteranno i limiti prescritti, il lotto verrà scartato e allontanato a spese dell'Impresa.

Di tutte le operazioni di controllo, prelievo e verifica verranno redatti appositi verbali in contraddittorio. La mancata produzione della documentazione di controllo richiesta comporterà la sospensione dell'accettazione delle lavorazioni interessate fino alla regolarizzazione delle verifiche previste.

Materiali per massiccio e misti granulari per fondazione stradale

Requisiti dei materiai lapidei

Tutti i materiali da impiegare per la formazione della massicciata e degli strati di fondazione stradale dovranno soddisfare i requisiti di accettazione previsti dalla norma UNI EN 13242.
È ammesso e incentivato l'utilizzo di aggregati riciclati o artificiali conformi ai Criteri Ambientali Minimi (CAM) vigenti.

Gli aggregati dovranno possedere resistenza alla frammentazione determinata secondo UNI EN 1097-2 con categoria Los Angeles non superiore a LA30.

La Direzione dei Lavori si riserva la facoltà di fare allontanare dalla sede stradale, a spese dell'Impresa, il materiale ritenuto non conforme alle prescrizioni del presente Capitolato.

Misti granulari non legati: fuso granulometrico

La miscela di aggregati (misto naturale o di frantumazione) da adottarsi per la realizzazione dello strato di fondazione deve possedere una composizione granulometrica costante e continua, rientrante nel seguente fuso granulometrico di riferimento (secondo l'analisi per setacciatura UNI EN 933-1):

- Apertura setacci 63 mm: 100% passante
- Apertura setacci 31.5 mm: 80% – 100% passante
- Apertura setacci 16 mm: 60% – 85% passante
- Apertura setacci 8 mm: 40% – 65% passante
- Apertura setacci 4 mm: 25% – 50% passante
- Apertura setacci 2 mm: 15% – 40% passante
- Apertura setacci 0.5 mm: 7% – 22% passante
- Apertura setacci 0.063 mm (filler): 2% – 8% passante

Il materiale non deve contenere zolle di argilla, limi, sostanze organiche o elementi friabili. La frazione passante al setaccio 0.063 mm non deve comunque superare i 2/3 della frazione passante al setaccio 0.5 mm.

- Studio di miscela: L'Impresa è tenuta a comunicare alla D.L., con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni, la composizione del misto granulare che intende adottare. Ciascuna miscela proposta deve essere corredata dalla certificazione di un Laboratorio Ufficiale contenente lo studio di ottimizzazione granulometrica, l'indice portante CBR (che dovrà essere ≥ 50% dopo 4 giorni di immersione in acqua) e l'equivalente in sabbia (UNI EN 933-8) che dovrà risultare ≥ 35%.
- Metodi di stoccaggio e cantiere: L'Impresa deve indicare per iscritto le fonti di approvvigionamento, le aree e i metodi di stoccaggio (specificando i provvedimenti per proteggere i materiali dalle acque di ruscellamento, dal vento e da possibili inquinamenti ambientali), il tipo di lavorazione, il tipo e la consistenza dell'attrezzatura di cantiere che verrà impiegata per la stesa e la compattazione.

Prove di carico su piastra e controlli di portanza

Prima della stesa delle sovrastrutture bituminose, lo strato di fondazione in misto granulare, previa adeguata bagnatura e costipamento con rullo vibrante pesante, dovrà essere sottoposto a verifiche di portanza mediante prove di carico su piastra circolare (diametro 300 mm) secondo CNR BU n. 146/1992 o norma equivalente vigente.

I controlli dovranno essere eseguiti alla frequenza di almeno una prova ogni 500 m² di superficie stradale e comunque nei punti ritenuti più critici dalla Direzione Lavori.

Per l'accettazione dello strato dovranno essere rispettati i seguenti parametri:

- Modulo di deformazione Md non inferiore a 80 MPa;
- Rapporto tra i moduli E2/E1 non superiore a 2.2.

Qualora anche una sola prova non soddisfacesse tali requisiti, l'Impresa dovrà provvedere a proprie spese alla rullatura suppletiva o alla sostituzione del materiale fino al raggiungimento dei valori prescritti.

Conglomerato bituminoso per strato di base

Lo strato di base sarà costituito da conglomerato bituminoso tipo tout-venant o binder conforme alla UNI EN 13108-1, prodotto a caldo presso impianto autorizzato.

Lo spessore finito compattato dovrà essere pari a 8 cm.

Gli aggregati dovranno essere conformi alla UNI EN 13043 e possedere coefficiente Los Angeles LA ≤ 25.

Il legante sarà costituito da bitume stradale conforme alla UNI EN 12591 con classe di penetrazione 50/70.

La miscela dovrà essere costituita da aggregati lapidei, sabbie, filler e legante bituminoso e dovrà possedere caratteristiche meccaniche tali da garantire:

- Stabilità Marshall ≥ 12 kN;
- Vuoti residui compresi tra 3% e 7%;
- Adeguata resistenza alla deformazione permanente e alla fatica.

Prima della stesa dovrà essere eseguita la pulizia del piano di posa e l'eventuale mano di attacco mediante emulsione bituminosa.

Il conglomerato dovrà essere steso mediante vibrofinitrice e costipato con idonei rulli vibranti fino al raggiungimento della densità prescritta.

Il grado di addensamento in opera non dovrà essere inferiore al 98% della densità di riferimento determinata in laboratorio.

Lo strato dovrà presentarsi uniforme, privo di segregazioni, cavillature o altre anomalie superficiali.

Conglomerato bituminoso per manto di usura (tappeto)

Definizione e modalità di stesa

Lo strato di usura superficiale (tappeto) sarà costituito da un conglomerato bituminoso di tipo chiuso ad elevata resistenza meccanica e all'usura, prodotto a caldo in impianto autorizzato. Sarà costituito da una miscela bilanciata di aggregati grossi (pietrischetto, graniglia), aggregati fini (sabbia di frantumazione), additivo di ventilazione (filler), additivi attivanti l'adesione (dopes) e legante bituminoso stradale.

In conformità al computo metrico di progetto, lo spessore nominale dello strato finito in opera deve essere pari a 40 mm (4 cm).

Il conglomerato dovrà essere trasportato a cantiere con autocarri telati per evitarne il raffreddamento e steso a caldo mediante macchina vibrofinitrice semovente. Prima della stesa del manto di usura, dovrà essere eseguito un ancoraggio mediante spruzzatura di emulsione bituminosa anionica o cationica (dosaggio di legante residuo minimo pari a 0.70 kg/m²), avente lo scopo di garantire la perfetta solidarietà con lo strato sottostante.

Requisiti degli aggregati e del legante

Aggregati: I requisiti di accettazione degli aggregati dovranno essere conformi alla norma armonizzata UNI EN 13043. Gli aggregati dovranno presentare un'elevata resistenza alla frammentazione (Los Angeles secondo UNI EN 1097-2 con valore LA ≤ 20).

L'aderenza superficiale della pavimentazione finita dovrà garantire un valore BPN (British Pendulum Number) non inferiore a 55.
Legante bituminoso: Il bitume sarà del tipo stradale tradizionale conforme alla norma UNI EN 12591, con classe di penetrazione 50/70 dmm per stese nel periodo estivo oppure 80/100 dmm per stese nel periodo invernale, integrato con additivi attivanti l'adesione ove previsti dal mix-design.
Le proprietà del legante saranno verificate mediante il punto di rammollimento Palla-Anello (UNI EN 1427) e il punto di rottura Fraas (UNI EN 12593).
Caratteristiche della miscela e Prova Marshall
I criteri di mix-design del conglomerato dovranno rispondere alle specifiche della norma UNI EN 13108-1.
Il contenuto di bitume sarà determinato mediante studio di miscela eseguito da laboratorio qualificato e dovrà risultare indicativamente pari al 4,8% sul peso degli aggregati, salvo diversa determinazione derivante dalle prove di qualificazione e dall'approvazione della Direzione Lavori.
La miscela dovrà soddisfare i seguenti requisiti:

- Stabilità Marshall non inferiore a 1000 kg (9,8 kN);
- Rigidezza Marshall superiore a 300 kg/mm (2,94 kN/mm);
- Percentuale di vuoti residui compresa tra il 3% ed il 6%.

La sensibilità all'acqua della miscela dovrà essere verificata secondo UNI EN 12697-12 mediante determinazione dell'ITSR (Indirect Tensile Strength Ratio), che non dovrà risultare inferiore al 75%.
I campioni per il controllo dovranno essere confezionati sia presso l'impianto di produzione sia mediante prelievi direttamente alla stesa in cantiere.
Controlli geometrici, tolleranze e finitura superficiale
Spessore e addensamento: Lo spessore medio dello strato riscontrato sull'intera estesa non dovrà essere inferiore a 40 mm. Sul singolo punto di carotaggio non saranno ammesse diminuzioni superiori al 10% dello spessore teorico di progetto. Il grado di compattazione in opera, verificato mediante carotaggi, non dovrà essere inferiore al 97% della densità massima di riferimento determinata in laboratorio.
Regolarità del piano: La superficie finita dovrà presentarsi priva di ondulazioni, nidi di ghiaia o segregazioni. Un'asta rettilinea lunga 4,00 m, appoggiata in qualsiasi direzione sulla pavimentazione finita, non dovrà evidenziare scostamenti superiori a 5 mm.
Deflusso delle acque: La pavimentazione finita dovrà rispettare rigorosamente le sagome e le pendenze di progetto. Non dovranno essere presenti ristagni o pozzanghere. Le acque meteoriche dovranno essere raccolte e smaltite in modo regolare verso i sistemi di drenaggio previsti dal progetto, senza arrecare pregiudizio alle opere dell'impianto di fitodepurazione.

20.3 GARANZIA SUGLI IMPIANTI

1. Tutti gli impianti forniti e/o installati, di qualsiasi natura o specie, rimangono garantiti per un periodo di 2 anni a partire dalla data di avvenuta ultimazione e presa in consegna dei lavori, e ciò

sia che il pagamento sia stato effettuato in parte che totalmente, e nonostante l'avvenuto collaudo favorevole, sia amministrativo che tecnico.
2. La garanzia copre la rispondenza alle prescrizioni tecniche, la buona qualità dei materiali, il regolare montaggio ed il regolare funzionamento. Durante tale periodo di garanzia l'Appaltatore, dietro semplice avviso a mezzo di lettera raccomandata, con ricevuta di ritorno da parte del Committente, ha l'obbligo di riparare tempestivamente, a sua cura e spese, ogni guasto, imperfezione o rottura che si verifichi nelle sue opere, nelle forniture e negli impianti, per effetto della non buona qualità dei materiali, per difetto di esecuzione, di montaggio o di calcoli e per effetto dalla non rispondenza a Leggi, Norme e Regolamenti vigenti ed alle prescrizioni tecniche; e di sostituire le parti difettose o deficienti con altre di buona qualità corrispondenti alle norme di contratto, sufficienti ed idonee, nonché di eseguire tutte le opere di demolizione, ricostruzione o ripristino di opere murarie ed ogni altra comunque necessaria per la sostituzione del materiale garantito.

20.4 GARANZIA SULLE OPERE A VERDE

La garanzia decorre dal momento della consegna e la sua durata è pari a 1 anno per le piante acquatiche e per i prati da sfalcio. Sono previsti 2 tagli dei tappeti erbosi. Mentre per le piante acquatiche è previsto il controllo degli infestanti nella prima stagione vegetativa (apr-luglio). In caso di risarcimenti parziali o totali, la garanzia si intende decorrente dalla data di consegna del lavoro di ripristino, ovvero tali tempi sono quindi intesi a decorrere dall'ultimo intervento effettuato sulle opere. Nel caso quindi vengano effettuati interventi, rientranti negli obblighi di garanzia, di rifacimento o adeguamento delle opere successivamente alla loro ultimazione, per motivi di inefficienza o difetti costruttivi, i tempi di garanzia riscatteranno dall'atto dell'ultimo intervento; essi in pratica decorreranno qualora non vengano riscontrati i difetti per tutto il tempo sopra riportato. L'Impresa è completamente responsabile del buono sviluppo delle piante e dei prati.

21 PLINTI PREFABBRICATI PER PALI ILLUMINAZIONE

Realizzazione di plinti-basamenti di sostegno per pali di illuminazione di altezza fino a 6 metri con plinti prefabbricati realizzati in conglomerato cementizio vibrocompresso di classe di resistenza C 25/30 e armati con acciaio tipo B450C. I plinti devono essere muniti di pozzetto incorporato per ispezione/cablaggio, di sede circolare per alloggiamento di pali per illuminazione, di fori per il passaggio di cavidotti e cavi, di un foro centrale sul fondo del pozzetto per la messa a terra. La chiusura del vano pozzetto deve essere garantita da un tappo in calcestruzzo armato pedonabile, oppure da un chiusino in ghisa.

22 LOCALE TECNICO

Fornitura e posa in opera di locale tecnico prefabbricato destinato all'alloggiamento dei quadri elettrici di potenza, automazione e telecontrollo, relativi agli impianti serviti e alimentati da fornitura elettrica in bassa tensione.

Il locale dovrà essere costituito da struttura prefabbricata idonea per installazione in ambiente esterno/interno, realizzata con caratteristiche dimensionali, meccaniche e funzionali adeguate al contenimento delle apparecchiature elettriche previste, garantendo gli spazi necessari per l'installazione, l'accessibilità, la manovra, l'ispezione e la manutenzione dei quadri.

La struttura dovrà essere completa di basamento, pareti, copertura, pavimentazione interna, porta di accesso, sistemi di aerazione e/o ventilazione, predisposizioni impiantistiche e quanto necessario per assicurare la protezione delle apparecchiature installate dagli agenti atmosferici, dall'umidità, dalle infiltrazioni e dalle sollecitazioni ambientali prevedibili in relazione al sito di posa.

Il locale prefabbricato dovrà essere realizzato con materiali idonei alla destinazione d'uso, resistenti agli agenti atmosferici e conformi alle prescrizioni progettuali, alle indicazioni della Direzione Lavori e alla normativa tecnica vigente applicabile in materia di sicurezza, impianti elettrici, prevenzione incendi ove pertinente, accessibilità per manutenzione e protezione contro i contatti diretti e indiretti.

23 ALLEGATO: CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO IMPIANTI ELETTRICI

INDICE

1 Impianto elettrico 8
1.1 GRADI DI PROTEZIONE MINIMI 8
1.2 CONTRASSEGNI – COLORAZIONI - INDIVIDUAZIONI 8
1.2.1 Apparecchiature interne 8
1.2.2 Apparecchiature esterne 8
1.3 CONDIZIONI DI PROGETTO E DATI DEL SISTEMA DI TENSIONE, DI DISTRIBUZIONE E DI UTILIZZAZIONE DELL'ENERGIA ELETTRICA 10
1.3.1 Tensione nominale e d'esercizio del sistema elettrico 10
1.3.2 Funzionamento del sistema elettrico 10
1.3.3 Frequenza nominale del sistema elettrico 10
1.3.4 Cadute di tensione 10
1.4 NOTE GENERALI 11
1.5 MODALITÀ DI MONTAGGIO 12
1.6 COMANDI LOCALI 13
1.6.1 Classificazione secondo CEI 13
1.6.2 Tipologie e materiali per ambienti ordinari 13
1.6.3 Tipologie e materiali per aree classificate 14
1.6.4 Supporti 14
1.6.5 Protezione dai raggi solari 14
1.6.6 Targhette 14
1.7 PROTEZIONI CONTRO IL FUOCO 15
1.7.1 Protezioni ignifughe 15
1.7.2 Sbarramenti su passerelle aperte 16
1.7.3 Taglia fiamma orizzontale per percorsi verticali 16
1.7.4 Sbarramenti con conglomerato incombustibile 16
1.7.5 Sbarramenti con mastice incombustibile 16
1.7.6 Taglia fiamma verticale 16
1.7.7 Sigillature anti fiamma dei tubi porta cavi 17
1.7.8 Sigillature con conglomerato incombustibile 17
1.7.9 Sigillature con lana di roccia e mastice incombustibile 17
1.7.10 Sbarramenti su passerelle chiuse 17
1.8 CAVI E CONDUTTORI 17
1.8.1 Caratteristiche tecniche e costruttive cavo di Bassa Tensione 17
1.8.2 Caratteristiche tecniche e costruttive cavo di Bassa Tensione a bassa emissione di fumi e gas tossici 18
1.8.3 Caratteristiche tecniche e costruttive cavo di Bassa Tensione resistenti al fuoco 19
1.8.4 Caratteristiche tecniche e costruttive cavo schermato per segnali 20
1.8.5 Caratteristiche tecniche e costruttive cavo schermato a bassa emissione di fumi e gas tossici per segnali 20
1.8.6 Caratteristiche tecniche e costruttive cavo per messa a terra 21
1.9 DIMENSIONAMENTO DELLE CONDUTTURE 22
1.9.1 Condizioni d'esercizio 22
1.9.2 Dimensionamento dei cavi ed influenza delle condizioni di posa 23
1.9.3 Portata dei cavi 23
1.9.4 Influenze esterne 24
1.9.5 Armatura e schermatura 24
1.9.6 Identificazione 24
1.9.7 Identificazione dei conduttori di neutro e di protezione 24
1.10 CRITERI DI POSA DEI CIRCUITI E DELLE CONDUTTURE 24
1.10.1 Criteri di posa 24
1.10.2 Lavori preliminari alla posa 24
1.10.3 Requisiti di posa 25
1.10.4 Sforzi di tiro applicabili ai cavi per la posa 25
1.10.5 Temperatura di posa 26
1.10.6 Raggio di curvatura 26
1.10.7 Supportazione dei cavi 27
1.11 GIUNZIONI E TERMINAZIONI 27
1.11.1 Requisiti generali 27
1.11.2 Terminazioni 27
1.11.3 Terminazione e giunzione dei singoli conduttori 28
1.12 IDENTIFICAZIONE DEI CAVI 28

1.12.1 Identificazione dei cavi posati aerei 28
1.12.2 Identificazione dei cavi posati in tubi 29
1.13 REQUISITI, CRITERI E MODALITÀ PER LA POSA DEI CAVI "AEREI" IN PASSERELLE, CANALETTE O CUNICOLI NON RIEMPITI 29
1.13.1 Requisiti di posa 29
1.13.2 Attraversamenti 30
1.13.3 Requisiti, criteri e modalità per la posa dei cavi in vista su opere murarie 30
1.13.4 Posa cavi su fune d'acciaio 30
1.14 REQUISITI, CRITERI E MODALITÀ PER LA POSA DEI CAVI IN TUBI 30
1.14.1 Requisiti di posa dei cavi 30
1.15 REQUISITI, CRITERI E MODALITÀ PER LA POSA DEI CAVI DIRETTAMENTE INTERRATI O POSATI IN CUNICOLI RIEMPITI 31
1.16 PROFONDITÀ DI POSA DI CAVI D'ENERGIA 31
1.17 PROFONDITÀ DI POSA DEI CONDUTTORI DI TERRA 31
1.18 CONDIZIONI PARTICOLARI DI POSA 31
1.18.1 Attraversamenti stradali 31
1.18.2 Zone non pedonali 31
1.18.3 Aree pavimentate 31
1.19 DERIVAZIONI DAI PERCORSI PRINCIPALI E USCITE FUORI TERRA 32
1.20 INCROCI FRA CAVI ELETTRICI 32
1.20.1 Coesistenza fra cavi di energia e cavi di telecomunicazione 32
1.20.2 Coesistenza tra cavi di energia e tubazioni o strutture metalliche interrate 32
1.21 ELENCHI DEI CAVI 33
2 Sistemi di supporto dei cavi 34
2.1.1 Tubi 34
2.1.2 Generalità 34
2.1.3 Parallelismi e giunzioni 34
2.1.4 Terminazioni dei tubi 35
2.1.5 Protezione delle filettature 35
2.1.6 Curve e raggi di curvatura 35
2.1.7 Requisiti di posa in vista dei tubi porta cavi 36
2.1.8 Supportazione di tubi 36
2.1.9 Tubi su più strati 37
2.1.10 Requisiti di posa dei tubi-guaina flessibili 37
2.1.11 Tubo rigido di PVC per impianti elettrici 37
2.1.12 Tubo flessibile di PVC serie pesante (corrugato) 38
2.1.13 Tubo flessibile con spirale rigida di PVC (guaina) 38
2.1.14 Tubo flessibile con spirale di acciaio inox (guaina) 38
2.2 CASSETTE DI DERIVAZIONE PER IMPIANTI ELETTRICI 39
2.2.1 Piccola cassetta di derivazione del tipo a parete 39
2.2.2 Media cassetta di derivazione del tipo a parete 39
2.2.3 Cassette di derivazione stagne da esterno di materiale plastico rinforzato con fibre di vetro 39
2.2.4 Pressa cavi 40
2.2.5 Montaggio delle cassette di derivazione 40
2.3 CANALETTE 42
2.3.1 Canaletta d'acciaio inox di tipo aperto 42
2.3.2 Materiale di supporto 42
3 Dispositivi di protezione delle condutture 44
3.1 CONDIZIONI GENERALI DI PROTEZIONE DEI CONDUTTORI 44
3.2 CASI NEI QUALI PUÒ ESSERE OMESSA LA PROTEZIONE DAL SOVRACCARICO 44
3.3 CASI NEI QUALI SI RACCOMANDA DI NON PROTEGGERE DAL SOVRACCARICO 44
3.4 CONDIZIONI GENERALI DI PROTEZIONE DAL CORTO CIRCUITO 44
3.5 VERIFICA DELL'INTEGRALE DI JOULE 45
3.6 DISPOSITIVI AUTOMATICI AD INTERRUTTORE 45
3.6.1 Correnti di riferimento 45
3.6.2 Caratteristiche d'intervento 45
3.7 DISPOSITIVI A FUSIBILE 46
3.7.1 Classificazione 46
3.7.2 Correnti di riferimento 46
3.7.3 Caratteristica d'intervento 46
3.7.4 Poteri d'interruzione e caratteristica I2t 47
3.7.5 Condizioni generali di protezione dal sovraccarico 47

3.7.6 Condizioni generali di protezione dal corto circuito 47
4 Apparecchiature elettriche 48
4.1 QUADRI MCC PER BASSA TENSIONE. 48
4.1.1 Generalità 48
4.1.2 Quadri 48
4.1.3 Inclusioni 56
4.1.4 Quantità e qualità delle apparecchiature 57
4.1.5 Dati di progetto meccanico 57
4.1.6 Dati di progetto elettrico 57
4.1.7 Tipi di cassetti. 58
4.1.8 Accessibilità 58
4.1.9 Principali caratteristiche costruttive 58
4.1.10 Alimentatori ausiliari per interfacce ProfiBUS/PROFINET e schede I/O 61
4.2 CASSETTE IN MATERIALE PLASTICO 61
4.2.1 Cassette 61
4.2.2 Struttura 61
4.2.3 Verniciature 61
4.2.4 Messa a terra. 61
4.3 QUADRO/I PER AUTOMAZIONE. 62
4.3.1 Cablaggio 63
4.3.2 Messa a terra. 63
4.3.3 Costruzione dell'AS/ANS 63
4.4 DIMENSIONAMENTO APPARECCHIATURE ALL'INTERNO DEGLI AS/ANS. 64
4.4.1 Materiali isolanti 64
4.4.2 Sistema di sbarre fino a 250 A 64
4.4.3 Adattatori per il montaggio degli apparecchi di protezione direttamente sul sistema sbarre. 64
4.4.4 Fusibili 64
4.4.5 Contattori 64
4.4.6 Interruttori automatici specifici per protezione motore 65
4.4.7 Interruttori automatici e non per quadri servizi ausiliari 67
4.4.8 Relé termico 68
4.4.9 Avviamento di motori tramite Soft Start. 68
4.4.10 Inverter a Frequenza Variabile (IFV) 68
4.4.11 Amperometro e voltmetro analogico 69
4.4.12 Analizzatore d'energia da quadro 69
4.4.13 Trasformatori di corrente 69
4.4.14 Alimentatori stabilizzati ridondati. 70
4.4.15 Illuminazione e presa di servizio all'interno del quadro. 70
4.4.16 Conta ore 70
4.4.17 Pulsanti - selettori - portalampada 70
4.4.18 Lampade di segnalazione a LED 70
4.4.19 Relé ausiliari 70
4.4.20 Morsettiere 71
4.4.21 Cablaggio elettrico 71
5 Strumentazione 73
5.1 NOTE GENERALI 73
5.2 INSTALLAZIONE, MONTAGGIO E COLLEGAMENTO DELLA STRUMENTAZIONE 74
5.3 CASSETTE DI DERIVAZIONE PER STRUMENTAZIONE 74
5.3.1 Piccola cassetta di derivazione del tipo a parete 74
5.3.2 Media cassetta di derivazione del tipo a parete 74
5.3.3 Cassette contenitori per sistemi BUS 75
5.3.4 Cassette per derivazione sistema ProfiBUS PA e ProfiBUS DP 75
5.3.5 Pressa cavi 76
6 Sistema centralizzato di controllo con PLC 77
6.1 PREMESSA 77
6.2 REQUISITI FUNZIONALI 77
6.2.1 Qualificazione del Fornitore 77
6.2.2 Specifiche di progetto 77
6.3 ESPANDIBILITÀ 78
6.4 AFFIDABILITÀ E DISPONIBILITÀ 78
6.4.1 Minimizzazione della frequenza dei guasti 79
6.4.2 Minimizzazione delle conseguenze dei guasti 79

6.4.3 Minimizzazione della durata dei guasti ... 79
6.5 MANUTENIBILITÀ ... 79
6.6 SICUREZZA ... 79
6.7 DOCUMENTAZIONE ... 80
6.8 VARIABILI DI PROCESSO ... 80
6.8.1 Tipologie di Input e di Output ... 80
6.9 IDENTIFICAZIONE DEI PUNTI ... 81
6.10 FUNZIONI DI SCANSIONE ... 81
6.10.1 Input analogici convenzionali ... 81
6.10.2 Input discreti convenzionali ... 81
6.10.3 Sequenze di eventi ... 81
6.10.4 Ingresso a impulsi ... 81
6.10.5 Valori calcolati ... 82
6.11 INTERFACCE DI COMUNICAZIONE ... 82
6.11.1 Caratteristiche ... 82
6.12 INPUT E OUTPUT DI PROCESSO ... 83
6.12.1 Caratteristiche generali ... 83
6.12.2 Sottosistema degli input analogici ... 83
6.12.3 Input digitali ... 83
6.12.4 Input ed output remoti ... 83
6.12.5 Interfacce I/O seriali ... 84
7 Impianto di terra ... 85
7.1.1 Collettore (o nodo) di terra ... 85
7.1.2 Conduttori di protezione ... 85
7.1.3 Conduttori equipotenziali ... 85
7.2 REALIZZAZIONE DELL'IMPIANTO DI TERRA ... 86
7.3 COLLEGAMENTI DI TERRA DI COMPONENTI TIPICI ... 86
7.4 IMPIANTO INTEGRATIVO PER PROTEZIONI DA SOVRATENSIONI ... 88
7.4.1 Generalità ... 88
7.4.2 Realizzazione dell'impianto integrativo contro le scariche atmosferiche ... 88
7.4.3 Considerazioni finali ... 89
8 Sistemi di comunicazione ... 90
8.1 NORMATIVE DI RIFERIMENTO ... 90
8.2 DORSALI IN FIBRA OTTICA ... 90
8.2.1 Scatole di giunzione ... 90
8.3 BRETELLE OTTICHE ... 90
8.4 BRETELLE DI PERMUTAZIONE IN RAME ... 91
8.5 SISTEMI DI CANALIZZAZIONE ... 91
8.6 MODALITÀ D'INSTALLAZIONE E CERTIFICAZIONE DEL CABLAGGIO ... 92
8.6.1 Certifica dei collegamenti in fibra ottica ... 92
9 Terminologie ... 94
9.1 TERMINOLOGIE CONTRATTUALI ... 94
9.2 TERMINOLOGIE TECNICHE ... 94
9.2.1 Terminologie della parte elettrica ... 94
10 Normative applicabili ... 96
10.1 LEGGI E NORME ... 96
10.1.1 Norme ... 96
10.1.2 Direttive e linee guida ... 97
10.1.3 Prescrizioni ... 97
10.1.4 Leggi ... 97
10.2 PRIORITÀ DEI DOCUMENTI ... 97
10.3 MARCHI REGISTRATI ... 98
10.4 UNITÀ DI MISURA ... 98
11 Opere e limiti ... 99
11.1 OPERE ... 99
11.2 ULTERIORI PRESTAZIONI A CARICO DELL'APPALTATORE ... 99
11.2.1 Obblighi a carico dell'Appaltatore riguardanti la misurazione dei lavori ... 99
11.2.2 Cartello di cantiere ... 99
11.2.3 Spese contrattuali, imposte, tasse ... 99
11.2.4 Ulteriori oneri e obblighi a carico dell'appaltatore ... 100
11.3 MATERIALI ... 100
11.3.1 Materiali di consumo ... 100

11.3.2 Materiali accessori di montaggio 101
11.4 ALTRE OPERE 101
12 Capo progetto dell'Appaltatore 103
13 Sistema qualità e certificati 104
13.1 MANUALE DELLA QUALITÀ 104
13.2 PIANO DI CONTROLLO QUALITÀ 104
13.3 PIANO DELLA QUALITÀ 105
14 Documentazione tecnica 106
14.1 STANDARD DEI DOCUMENTI 106
14.1.1 Lingue ufficiali 106
14.1.2 Piano di consegna dei documenti 106
14.1.3 Qualità dei documenti e disegni 106
14.1.4 Codifica documenti 106
14.2 DOCUMENTI D'INGEGNERIA 107
14.2.1 Approvazione dei documenti 107
14.2.2 Documenti di conformità 108
14.2.3 Documentazione finale 109
15 Modifiche ed aggiunte del progetto 110
15.1 VARIANTE IN CORSO D'OPERA 110
15.2 NUOVI PREZZI NON CONTEMPLATI NEL CONTRATTO 110
16 Trasporto materiale, imballaggio 111
16.1 IMBALLAGGI 111
16.2 TRASPORTI 111
17 Accettazione dei materiali 112
18 Costruzione e montaggio 113
18.1 GENERALITÀ 113
18.2 PONTEGGI, STRUTTURE DI RINFORZO 113
18.2.1 Ponteggi metallici 113
18.2.2 Ponteggi a sbalzo 113
18.2.3 Puntellature 114
18.2.4 Travi di rinforzo 114
18.3 SISTEMI DI PULITURA DEI MATERIALI 114
18.4 MONTAGGI 114
18.4.1 Generalità 114
18.4.2 Interferenze 115
18.4.3 Elementi strutturali di fissaggio 115
18.5 FINE MONTAGGIO 115
19 Parte meccanica 117
19.1 SCELTA MATERIALI 117
20 Protezione contro la corrosione (zincature e verniciature) 118
20.1 GENERALITÀ 118
20.2 ZINCATURE 118
20.2.1 Zincature a caldo 118
20.2.2 Zincature a freddo 118
20.3 VERNICIATURE CONTRO LA CORROSIONE 119
20.3.1 Norme 119
20.3.2 Sistemi di verniciatura 119
20.3.3 Materiali 119
20.3.4 Modalità di esecuzione dei lavori 120
20.3.5 Garanzie 121
20.3.6 Trattamenti speciali delle superfici 121
20.4 CONTROLLI DELLE SALDATURE 122
20.4.1 Generalità 122
20.4.2 Strutture in acciaio 122
21 Costruzioni in acciaio 125
21.1 GENERALITÀ 125
21.2 MATERIALI E LAVORAZIONI 126
21.2.1 Ferro - Acciaio 127
21.2.2 Acciai 128
21.2.3 Acciaio inossidabile 128
21.3 ESECUZIONE DI LAVORI 128
21.3.1 Generalità 128

21.3.2 Avvertenze particolari - Fasi di lavoro 129
21.3.3 Prescrizioni speciale 129
21.4 TOLLERANZE 130
21.4.1 Tolleranze dei singoli elementi 130
21.4.2 Tolleranze di montaggio 130
21.5 SCALE 131
21.5.1 Parapetti 131
21.5.2 Griglie 132
21.6 CONTROLLI DELLE STRUTTURE IN MONTAGGIO 132
21.6.1 Generalità 132
21.6.2 Requisiti di accettazione di materiali e componenti 133
21.6.3 Controlli sui materiali 133
21.6.4 Collaudo degli elementi in acciaio 133
22 Training del personale 135
23 Collaudi 136
23.1 GENERALITÀ 136
23.1.1 Pre collaudo eseguito dal Fornitore / Appaltatore 136
23.1.2 Strumentazione necessaria 136
23.1.3 Documentazione da fornire prima del collaudo 136
23.1.4 Documentazione da fornire a collaudo avvenuto 136
23.2 COLLAUDI DURANTE LA FABBRICAZIONE 136
23.2.1 Procedure 136
23.2.2 Prescrizioni minime sui controlli e collaudi 136
23.2.3 Apparecchiature elettriche / elettroniche 137
23.3 CONTROLLO E VERIFICA DELLE VERNICIATURE 138
23.4 CONTROLLO DI FINE MONTAGGI 138
23.5 COLLAUDI FUNZIONALI 138
23.5.1 Oggetto delle prove prestazionali degli impianti elettrici 139

1 Impianto elettrico

1.1 Gradi di protezione minimi

Il grado di protezione meccanica minimo degli equipaggiamenti elettrici e strumentali, se non diversamente indicato nei rispettivi capitoli dovrà essere, come minimo, come di seguito indicato:

	Interno	Esterno
Quadri elettrici, collocati entro cabine:	IP 31	
Quadri elettrici, collocati nelle sale di lavorazione:	IP 55	IP 55
Quadri elettrici (con porte aperte):	IP 20	IP 20
Apparecchiature elettriche e strumentali:	IP 54	IP 55
Motori elettrici:	IP 54	IP 55

1.2 Contrassegni – Colorazioni - Individuazioni

1.2.1 Apparecchiature interne

Le apparecchiature interne dovranno essere chiaramente identificate mediante:

Contrassegni fasi L1; L2; L3 - contrassegno neutro: N - contrassegno terra: nastratura giallo-verde.

Contrassegni apparecchiature interne con etichette adesive con protezione in plastificante.

Contrassegni dei conduttori isolati con collari o tubetti con numerazione indelebile.

Colorazione dei conduttori:

- isolati di fase: marrone, sezione minima 2,5 mm^2
- conduttore di neutro: azzurro, sezione minima 2,5 mm^2
- conduttore di terra: giallo–verde, sezione minima 2,5 mm^2
- conduttori in tensione anche a interruttore generale aperto: arancio
- conduttori a tensione 48 Vca: grigio, sezione minima 1,5 mm^2
- conduttore positivo in c.c.: rosso, sezione minima 1,5 mm^2, nota[1]
- conduttore negativo in c.c.: nero, sezione minima 1,5 mm^2
- conduttore per segnali da e per PLC/DCS: viola, sezione minima 1 mm^2
- conduttori per segnali amperometrici: bianco, sezione minima 2,5 mm^2

conduttore per circuiti di blocco: rosa, sezione minima 2,5 mm^2

Targhe in plexiglas di colore nero inciso bianco a pantografo in lingua italiana e tedesca e fissate con viti o rivetti.

1.2.2 Apparecchiature esterne

Le norme CEI 16-3 stabiliscono chiaramente il significato di determinati colori delle lampade e dei pulsanti, al fine di aumentare la sicurezza del personale di servizio e facilitare il mantenimento delle apparecchiature e degli impianti.

Nella tabella che segue sono riportati i colori prescritti per le lampade di segnalazione e per i pulsanti, come pure il significato dei colori ed i casi tipici d'impiego.

[1] Dovranno essere chiaramente identificabili i conduttori a 24 Vcc da quelli a 110 Vcc

1.2.2.1 Colori delle lampade di segnalazione e loro significato

Colore	Significato	Spiegazione	Impiego tipico
Rosso	Pericolo oppure allarme	Segnalazione prima del possibile pericolo oppure prima di condi-zioni che richiedono un immediato intervento.	Temperature al di fuori dei limiti di sicurezza; parti essenziali dell'equipaggiamento bloccate mediante l'intervento di un dispositivo di sicurezza.
Giallo	Attenzione	Cambiamento o presumibili alterazioni delle condizioni.	Temperature che si scostano dal valore normale; sovraccarico la cui durata è ammessa solo per un tempo limitato.
Verde	Sicurezza, servizio normale	Indicazione di una condizione di funzionamento sicura oppure autorizzazione a procedere.	Liquido refrigerante in circolazione, macchina pronta per la messa in marcia.
Blu	Significato speciale	Il blu può avere qualsiasi significato, però non quello dei tre colori sopra menzionati rosso, giallo e verde.	Selettori in posizione di predisposto oppure in posizione di comando a distanza.
Bianco	Significato generale	Qualsiasi significato, può essere utilizzato tutte le volte che ci fossero dei dubbi sulla utilizzazione dei tre colori sopra menzionati rosso, giallo e verde.	

1.2.2.2 Colori dei pulsanti e loro significato

Colore	Significato	Impiego tipico
Rosso	Agire in caso di pericolo	Emergenza; Stop; Arresto.
	STOP (arresto), oppure disinserzione	Arresto generale, arresto di uno o più motori, arresto di un apparecchio di manovra, ripri-stino combinato con la funzione di arresto.
Giallo	Intervento	Intervento per sopprimere condizioni anormali oppure evitare cambiamenti non desiderati.
Verde	Avviamento oppure inserzione	Avviamento generale, avviamento di uno o più motori, avviamento di parti di macchine, chiusura di un apparecchio di manovra.
Blu	Qualsiasi significato che però non riguardi i colori sopra descritti	In casi particolari può essere attribuito a questo colore un significato che non riguarda però i colori rosso, giallo, verde.
Bianco, Nero, Grigio	Non viene attribuito alcun particolare significato	Può essere utilizzato per qualsiasi significato, ad eccezione dei pulsanti di arresto oppure di disinserzione.

1.3 Condizioni di progetto e dati del sistema di tensione, di distribuzione e di utilizzazione dell'energia elettrica

1.3.1 Tensione nominale e d'esercizio del sistema elettrico

La tensione nominale del sistema è 400 Vca.

La tensione d'esercizio del sistema sarà a 380 Vca, con variazioni del ± 10 % in servizio continuo e del –20 % in condizioni transitorie per una durata di 10 s circa.

1.3.2 Funzionamento del sistema elettrico

Il sistema a 400 Vca normale funzionerà con neutro messo francamente a terra e generalmente non accessibile.

1.3.3 Frequenza nominale del sistema elettrico

La frequenza nominale del sistema elettrico è 50 Hz, essa potrà variare entro il campo 49,5 / 50,5 Hz nel funzionamento normale.

1.3.4 Cadute di tensione

Le cadute di tensione nelle varie parti del sistema elettrico dovranno essere contenute entro i limiti di seguito indicati; i valori si dovranno intendere riferiti alla tensione nominale del sistema; il calcolo delle cadute di tensione durante l'avviamento di un motore dovrà essere eseguito sulla base della minima potenza di corto circuito.

Elemento del sistema	Pos.	Funzionamento	deltavi
Nei cavi d'alimentazione dei motori	1	Con motore funzionante alla potenza nominale	4 %
Ai morsetti dei motori avviamenti in corto circuito	2	Durante l'avviamento (2)	25 %
Nelle sbarre dei quadri alimentazione	3	Durante l'avviamento del motore più grosso (3)	15 %
Nei cavi d'alimentazione dei quadri luce	4	Con il carico massimo previsto	1 %
Nei cavi d'alimentazione degli apparecchi illuminati	5	----------	4 %

1.4 Note generali

L'Installatore dovrà, con la più aggiornata tecnica impiantistica, eseguire a regola d'arte l'impianto elettrico, consegnandolo alla Committente funzionale e funzionante, come sotto indicato:

Realizzazione di tutti i collegamenti elettrici dei motori elettrici, dei sensori elettrici e delle colonnine di comando locale.

Taratura ed allineamento dei termici a quadro.

Realizzazioni delle connessioni di potenza e di telecomando.

Tutto l'impianto elettrico luce ed F.M. dovrà essere realizzato con passerelle e conduit separati da quelli necessari per l'impianto strumentale.

Questo criterio dovrà essere rispettato anche negli attraversamenti e nei cunicoli presenti nelle varie planimetrie.

I cavi elettrici di potenza e di telecomando dovranno avere un percorso separato dai cavi di misura.

Tutte le passerelle dovranno essere coperte con relativo coperchio.

Ogni conduit a vista, passerella o cassetta di giunzione dovrà poter essere montata e/o smontata senza che questo comporti il danneggiamento della stessa o di altra parte dell'impianto.

La manovra, le verifiche e la normale manutenzione di tutti le parti o apparecchiature elettrotecniche dovrà essere possibile senza l'uso di mezzi ausiliari (scale, ecc.) e non essere impedita da altre parti di impianto; le cassette di giunzione (ove necessarie) dovranno essere ubicate in zone sicure per l'operatore.

Nota 2 Il valore massimo del 25 % deve intendersi come somma delle cadute di tensione nei cavi e nelle sbarre dei quadri di alimentazione dei motori stessi.

Nota 3 I cavi di alimentazione di un sistema di sbarre a più sezioni, unite da congiuntori, avranno una portata tale da poter sopportare la massima richiesta di carico anche con una alimentazione fuori servizio.

La tensione disponibile ai morsetti dei motori durante l'avviamento, sarà comunque tale da consentire un sicuro avviamento dei motori, anche a pieno carico se richiesto, senza danno ai motori stessi.

La tensione disponibile sulle sbarre sarà comunque tale da non interferire sul funzionamento dei motori in marcia e da consentire la chiusura dei contattori dei motori. La scelta dei cavi sarà fatta in conformità al tipo di posa e del luogo ove verranno impiegati. La portata dei cavi sarà prevista come segue, tenendo conto del tipo di posa, delle temperature ambiente, della natura del terreno, dei raggruppamenti, ecc.:

Montaggio dei quadri, delle cassette e di tutti gli altri accessori necessari per una esecuzione a regola d'arte dell'impianto stesso.

Tutti i tubi o passerelle porta conduttori in vista dovranno essere fissati in modo sicuro, con graffette e supporti.

Per fissaggio degli stessi su pareti in muratura non sarà permesso l'uso di chiodi sparati.

Tutti i tubi posati nelle strutture murarie dovranno essere installati prima della gettata.

Non saranno permesse scanalature nei manufatti.

Tutti i conduttori e le linee di alimentazione saranno identificabili nei quadri, negli incroci e/o nelle derivazioni di percorso e sull'utilizzatore.

Tutte le linee di alimentazione dovranno essere posate rispettando le prescrizioni consigliate dai fornitori degli stessi.

I tubi porta cavi dovranno avere percorso più diritto possibile e le eventuali curve dovranno essere le più ampie possibili o saranno installate curve apribili.

I porta conduttori dovranno essere lavorati a perfetta regola d'arte sbavati alle estremità, tagliati a squadra, filettati con 7 filetti per parte, ecc.

Tutti gli strumenti, quadri locali e cassette di giunzione e/o smistamento dovranno essere messi a terra tramite piastrine.

Ogni connessione sarà effettuata in modo da assicurare il contatto stabile e meccanicamente solido; pertanto si raccomanda l'uso di connettori a compressione e morsettiera adeguata.

Tutte le passerelle poste in verticale saranno coperte per un'altezza di 2.500 mm da piano camminamento.

Non sono ammessi collegamenti elettrici sulle passerelle; ove si presentasse la necessità, installare cassette di derivazione.

Le cassette di distribuzione elettriche dovranno avere l'ingresso cavi dal basso e l'uscita laterale.

Per il cablaggio delle cassette di distribuzione elettriche dovranno essere previste delle canalette di smistamento cavi (sia in ingresso che in uscita) prima che questi si colleghino a morsettiera.

Tutte le morsettiere delle cassette elettriche dovranno essere opportunamente numerate.

Tutti i tubi o fili collegati alle morsettiere elettriche delle cassette dovranno essere numerati nel modo seguente:

tubo o filo in arrivo n° di morsetto e n di cavo;

tubo o filo in partenza n° di morsetto e denominazione dell'apparecchiatura collegata.

1.5 Modalità di montaggio

Le apparecchiature elettriche installate in sito (colonnini, cassette, ecc.) dovranno essere montate in punti facilmente accessibili per permettere le operazioni di manovra e/o manutenzione dai normali piani di servizio dell'impianto.

Ove possibile, è prescritto che la quota di installazione delle apparecchiature elettriche in campo sia compresa fra i 1.000 - 1.500 mm rispetto ai piani di servizio.

Tutte le apparecchiature che potrebbero essere danneggiate, sia in fase di montaggio, sia in fase di normale manutenzione delle tubazioni od apparecchiature di processo, dovranno essere meccanicamente protette.

Le apparecchiature non dovranno essere installate su parti di impianto soggette a vibrazioni; nei casi eccezionali in cui non sia possibile seguire questa norma, si dovrà ricorrere a staffature di sostegno delle apparecchiature del tipo anti vibrante.

Le apparecchiature installate all'aperto dovranno essere protette dalle intemperie con opportune tettoie o custodie.

1.6 Comandi locali

Ciascuna macchina dovrà essere munita di comando locale atto sia all'arresto d'emergenza, sia alla prova della macchina sul posto, sia alla marcia / arresto dal posto, sia alla selezione di funzionamento "locale" – 0 – "remoto"

La funzione dell'arresto d'emergenza dovrà essere, normalmente, eseguita tramite un pulsante a fungo, sempre accessibile al personale

1.6.1 Classificazione secondo CEI

I comandi locali saranno classificati come apparecchiature AS e ANS, secondo CEI 17-13, di conseguenza subiranno le stesse prove dei quadri elettrici veri e propri.

1.6.2 Tipologie e materiali per ambienti ordinari

Ciascun comando locale, ovvero il gruppo di comandi per più utenze, dovrà essere contenuto all'interno di una cassetta chiusa su tutti i lati.

Detta cassetta costituita da lamiera d'acciaio inox 1.4404 di dimensioni minime 250 x 150, H = 350 mm, dovrà avere un grado di protezione minimo IP 55 a porta chiusa e IP 21 a porta aperta.

L'ingresso sarà solo nella parte bassa della cassetta tramite uno o più efficaci pressa cavi.

1.6.2.1 Pulsante a fungo d'emergenza

Ciascun comando locale deve avere un pulsante a fungo d'emergenza, di diametro almeno 40 mm, montato all'esterno della cassetta, sulla parte alta.

Detto pulsante deve avere la posizione auto mantenuta di "premuto" e lo sbocco a rotazione.

1.6.2.2 Selettore e pulsanti di comando

Il selettore, come i pulsanti di comando, dovranno essere della stessa marca di quelli previsti all'interno dei quadri elettrici e dovranno essere almeno di diametro 22 mm.

1.6.2.3 Disposizione del selettore e pulsanti di comando

Il selettore e i pulsanti di comando devono essere ergonomicamente collocati sulla contro porta della cassetta a una distanza tra loro di almeno 40 mm (asse – asse) al fine di permettere il loro uso con mani munite di guanti da lavoro.

1.6.2.4 Morsettiera e cablaggio interno

Il selettore, i pulsanti di comando e il pulsante a fungo di ciascuna utenza dovranno essere cablati con conduttori del tipo FM9 di sezione minima 1,5 mm^2 debitamente numerati da 1 a 9.

I conduttori interni, come pure quelli esterni, faranno capo a una morsettiera di tipo componibile costituita di 9 morsetti di sezione minima 4 mm^2 e un morsetto giallo – verde di sezione 16 mm^2; la morsettiera dovrà riportare il numero dell'utenza a cui si riferisce.

1.6.3 Tipologie e materiali per aree classificate

Nel caso un comando locale debba essere installato in zona con pericolo d'esplosione, lo stesso deve essere munito di certificato ATEX per la configurazione e conformazione esattamente impiegata.

Non è ammessa in alcun modo la modifica o la foratura della scatola certificata.

Per questa tipologia di apparecchiatura non è richiesta la cassetta indicata nel capitolo precedente e non è richiesta la chiusura con chiave triangolare.

1.6.4 Supporti

Il comando locale potrà essere supportato / fissato con:

direttamente a muro, tramite quattro tasselli e appropriate viti inox

a struttura metallica, tramite due staffe a "morsa" (inferiore e superiore), realizzate in acciaio e viti inox

a tubazione metallica verticale (palo), tramite un'unica staffa munita di due collari a "U", realizzate in acciaio e viti inox

a pavimento, tramite apposita colonnina di sostegno, realizzata come segue:

piastra di base, in lamiera d'acciaio dello spessore di almeno 5 mm, di dimensioni circa 200 x 200 mm, con quattro fori.

supporto verticale, realizzato con lamiera d'acciaio di almeno 2,5 mm, piegata a "U" con lati di circa 40 – 100 – 40 mm, altezza circa 1600 mm da terra

bulloneria inox

i complessi meccanici, così realizzati in officina, prima del montaggio dovranno essere trattati con un rivestimento tipo "2" secondo quanto indicato nella tabella 2 del capitolo "Verniciature" e successivamente ritoccati ove necessiti.

La tipologia dei supporti sarà oggetto di approvazione da parte della Direzione Lavori.

1.6.5 Protezione dai raggi solari

Nel caso un cui il comando locale sia collocato in ambiente esterno esso andrà debitamente protetto da un tettuccio di lamiera d'acciaio inox 1.4404 al fine di evitare surriscaldamento interno dello stesso.

La distanza del tettuccio rispetto alla parte superiore della cassetta dovrà essere tale da non interferire con i dispositivi di comando con il minimo di 50 mm.

1.6.6 Targhette

Sia sulla portina d'accesso, sia sulla contro porta interna, sia all'interno della cassetta dovrà essere posta la medesima targhetta indicante:

la descrizione sommaria del servizio dell'utenza comandata / controllata

l'identificazione della sigla di progetto dell'utenza comandata / controllata

La targhetta dovrà essere realizzata in materiale plastico termoindurente dello spessore minimo di 1 mm con superficie di colore nero e scrittura incisa di colore bianco.

Le dimensioni della targhetta saranno, come minimo, di 100 x 20 mm, con scritte in carattere ARIAL di altezza minima:

8 mm, per la sigla dell'utenza

5 mm, per la descrizione dell'utenza

Ciascun elemento quale selettore / pulsante / lampada spia o altro dovrà essere singolarmente identificato tramite targhette "a collare" con la descrizione della funzione, come: LOCALE – DISTANTE – AVANTI – INDIETRO – AVVIAMENTO – FERMO – MARCIA – 0 (zero), ecc.

Il fissaggio delle targhette alla cassetta dovrà essere esclusivamente tramite rivetti di materiale plastico.

Una volta applicata la targhetta l'operazione meccanica non dovrà alterare il grado di protezione della cassetta.

1.7 Protezioni contro il fuoco

1.7.1 Protezioni ignifughe

Gli sbarramenti antifiamma devono assicurare la tenuta al fuoco delle pareti e delle solette in corrispondenza delle aperture necessarie per il passaggio dei cavi e devono evitare che i cavi possano comunque propagate un eventuale incendio lungo il loro percorso.

Gli sbarramenti devono essere realizzati mano a mano che le varie parti di impianto sono compiute e comunque prima del la messa in tensione dei cavi interessati.

I materiali utilizzati non dovranno contenere amianto e devono essere idonei al luogo d'installazione.

I materiali utilizzati e la tecnologia di impiego devono comunque essere approvati dal Committente.

I componenti principali degli sbarramenti sono i seguenti:

Lana di roccia.

La lana di roccia deve avere temperatura di rammollimento non inferiore a 900° C; essa deve essere del tipo a "materassino", affinché ne sia facilitata la messa in opera ed il costipamento ove richiesto.

Pannelli incombustibili.

I pannelli devono essere rigidi e devono avere densità non inferiore a 150 kg/m^3 e spessore non inferiore a 5 cm.

Alla messa in opera essi devono essere uniformemente ricoperti su tutte le superfici con mastice incombustibile applicato a spruzzo o a pennello per uno spessore non inferiore a 0,5 mm (a mastice asciutto).

Lastre incombustibili.

Le lastre devono essere in impasto di cemento rinforzato con idonee fibre minerali e devono avere uno spessore non inferiore a 3 mm.

Conglomerato incombustibile.

Il conglomerato incombustibile deve essere a base di lana di roccia, cemento ed additivi vari, in composizione preparata dal fornitore e confezionata con le modalità indicate dal fornitore stesso.

L'impasto così ottenuto deve essere facilmente applicabile a spatola; in opera.

A presa effettuata, esso deve presentarsi come un conglomerate relativamente compatto, non friabile, di caratteristiche, tuttavia, tali che gli sbarramenti risultino demolibili con utensili a mano in modo che sia agevole l'eventuale aggiunta o rimozione di cavi.

Mastice incombustibile.

Il mastice incombustibile deve essere a base di lana di roccia, leganti e additivi vari in confezioni preparate dal fornitore; deve presentarsi allo stato pastoso in modo da poter essere facilmente applicato tanto a spruzzo che a mano.

Allorché essiccato, esso deve presentarsi come un rivestimento compatto, plastico e non igroscopico.

1.7.2 Sbarramenti su passerelle aperte

Gli sbarramenti su passerelle devono essere realizzati in corrispondenza di tutti gli attraversamenti di pareti o di solette di separazione REI.

Ove il foro nella parete o soletta sia eccessivo rispetto all'ingombro della passerella, esso dovrà essere ridotto a quanto strettamente necessario riprendendo la struttura muraria o la pannellatura.

Nei percorsi orizzontali la lunghezza di ciascun sbarramento deve essere pari a 1 m circa; nei caso di passerelle sovrapposte o affiancate gli sbarramenti devono essere allineati.

Nei percorsi verticali gli sbarramenti devono essere preferibilmente realizzati mediante un taglia fiamma orizzontale; dove la realizzazione di detto taglia fiamma risulti molto difficoltosa e previa approvazione del Committente, esso può essere sostituito da uno sbarramento realizzato con mastice incombustibile, fino a una altezza pari a 1,5 m.

Nel caso di passerelle sovrapposte o affiancate, i taglia fiamma o gli sbarramenti devono essere allineati; inoltre, ove le passerelle non siano tra loro segregate il taglia fiamma orizzontale deve essere unico per tutte le passerelle.

1.7.3 Taglia fiamma orizzontale per percorsi verticali

II taglia fiamma orizzontale per passerelle verticali deve essere costituito di pannelli di lana di roccia, sagomati in maniera da lasciare il minor spazio possibile sia verso i cavi che verso le pareti del la passerella, sporgenti dalla passerella non meno di 20 cm in tutte le direzioni e distanti fra loro circa 30 cm.

I setti devono essere solidamente ancorati alle passerelle mediante opportune staffe metalliche imbullonate alle sponde delle passerelle stesse, di lunghezza pari a quella dei setti.

Tutti gli spazi che restano tra setti e cavi e tra setti e passerelle devono essere sigillati per tutto lo spessore del pannello mediante lana di roccia costipata e quindi uniformemente ricoperta da ambo i lati con il mastice incombustibile per uno spessore non inferiore a 1 mm a mastice asciutto.

1.7.4 Sbarramenti con conglomerato incombustibile

Gli sbarramenti in corrispondenza di attraversamenti di solette devono essere eseguiti sigillando il vano di attraversamento con il conglomerato in oggetto per uno spessore non inferiore a 15 cm.

1.7.5 Sbarramenti con mastice incombustibile

Gli sbarramenti in corrispondenza di attraversamenti di pareti in muratura e solette devono essere eseguiti sigillando il vano di attraversamento, per uno spessore non inferiore a 15 cm, mediante lana di roccia costipata e quindi uniformemente ricoperta, a spruzzo o a pennello, con il mastice incombustibile per uno spessore non inferiore ad 1 mm a mastice asciutto.

1.7.6 Taglia fiamma verticale

In corrispondenza di attraversamenti di pareti pannellate o di pareti in muratura di spessore inferiore a 15 cm, come pure negli attraversamenti di pareti in muratura di maggiore spessore quando non sia possibile ripristinare la muratura in maniera da lasciare un interspazio tra passerella e parete minore di 15 cm, la sigillatura a tenuta di fuoco deve essere realizzata come segue:

per pareti pannellate e per pareti in muratura di spessore inferiore a 15 cm deve essere disposto, in asse con la parete, un setto verticale ricavato da pannelli di lana di roccia sagomato in maniera da lasciare il

minor spazio possibile sia verso i cavi e le pareti delle passerelle che verso i bordi delta parete attraversata, ancorato alle sponde della passerella e sigillato con lana di roccia costipata e ricoperta con mastice incombustibile

per pareti in muratura di spessore uguale o superiore a 15 cm i setti verticali di cui sopra devono essere due, disposti a filo delle superfici della parete; altri dettagli come detto sopra.

1.7.7 Sigillature anti fiamma dei tubi porta cavi

Le sigillature antifiamma dei tubi porta cavi devono essere realizzate in corrispondenza dell'estremità libera nel punto di distacco dalle passerelle.

Per le tubazioni che attraversano pareti o solette le sigillature devono essere realizzate ad una delle due estremità libere.

1.7.8 Sigillature con conglomerato incombustibile

I tubi devono essere sigillati con il conglomerato incombustibile per un tratto di circa 10 cm.

1.7.9 Sigillature con lana di roccia e mastice incombustibile

I tubi devono essere costipati con lana di roccia per un tratto di circa 10 cm; il riempitivo deve essere quindi uniformemente ricoperto, a spruzzo o a pennello, con il mastice incombustibile per uno spessore, a mastice asciutto, non inferiore a 1 mm.

1.7.10 Sbarramenti su passerelle chiuse

Gli sbarramenti su passerelle chiuse devono essere effettuati con conglomerato incombustibile per un tratto di almeno 10 cm negli attraversamenti di pareti e solette.

1.8 Cavi e conduttori

Tutti i cavi elettrici devono essere conformi al regolamento CPR (UE) 305/2011.

1.8.1 Caratteristiche tecniche e costruttive cavo di Bassa Tensione

Cavo di Bassa Tensione flessibile antifiamma, formazione multipolare, in opera su qualsiasi struttura o sostegno o tubazione, compreso fascette di fissaggio e numerazione.

Di seguito sono elencate le caratteristiche principali del cavo suddetto:

ANIMA:	Conduttore in corda rotonda flessibile di rame rosso ricotto
ISOLANTE:	Gomma HEPR ad alto modulo, che conferisce al cavo elevate caratteristiche elettriche, meccaniche e termiche (norme CEI 20-11 / CEI 20-34).
GUAINA:	In PVC speciale di qualità RZ, colore grigio
MARCATURA:	Stampigliatura ad inchiostro speciale ogni 1 m Marcatura metrica progressiva.

CONDIZIONI DI POSA:	Temperatura minima di posa 0°C; In tubo o in canalina in aria; In canale interrato; In tubo interrato; In aria libera; Interrato con protezione.
TEMPERATURA DI FUNZIONAMENTO	90°C
TEMPERATURA DI CORTOCIRCUITO	250°C
COLORI DELLE ANIME	1x Nero 2x Blu chiaro / Marrone 3x Marrone / Nero / Grigio 3G Giallo Verde / Blu chiaro / Marrone 4x Blu chiaro / Marrone / Nero / Grigio 4G Giallo Verde / Marrone / Nero / Grigio 5G Giallo Verde / Marrone / Nero / Grigio / Blu chiaro Le anime dei cavi per segnalamento saranno nere, numerate e sarà previsto il conduttore di terra Giallo Verde
TENSIONE DI ISOLAMENTO	0,6 / 1 kV

1.8.2 Caratteristiche tecniche e costruttive cavo di Bassa Tensione a bassa emissione di fumi e gas tossici

Cavo di Bassa Tensione a bassa emissione di fumi e gas tossici (limiti previsti dalla CEI 20-38 con modalità di prova previste dalla CEI 20-37) flessibile antifiamma, formazione multipolare, in opera su qualsiasi struttura o sostegno o tubazione, compreso fascette di fissaggio e numerazione.

Di seguito sono elencate le caratteristiche principali del cavo suddetto:

ANIMA:	Conduttore in corda rotonda flessibile di rame rosso ricotto
ISOLANTE:	Gomma HEPR ad alto modulo, che conferisce al cavo elevate caratteristiche elettriche, meccaniche e termiche
GUAINA:	Termoplastica speciale di qualità M1, colore verde
MARCATURA:	Stampigliatura ad inchiostro speciale Marcatura metrica progressiva.
CONDIZIONI DI POSA:	Temperatura minima di posa 0°C; In tubo o in canalina in aria; In canale interrato; In tubo interrato; In aria libera; Interrato con protezione.
TEMPERATURA DI FUNZIONAMENTO	90°C

TEMPERATURA DI CORTOCIRCUITO	250°C
COLORI DELLE ANIME	1x Nero 2x Blu chiaro / Marrone 3x Marrone / Nero / Grigio 3G Giallo Verde / Blu chiaro / Marrone 4x Blu chiaro / Marrone / Nero / Grigio 4G Giallo Verde / Marrone / Nero / Grigio 5G Giallo Verde / Marrone / Nero / Grigio / Blu chiaro Le anime dei cavi per segnalamento saranno nere, numerate e sarà previsto il conduttore di terra Giallo Verde
TENSIONE DI ISOLAMENTO	0,6 / 1 kV

1.8.3 Caratteristiche tecniche e costruttive cavo di Bassa Tensione resistenti al fuoco

Cavo di Bassa Tensione resistente al fuoco flessibile antifiamma, formazione multipolare, in opera su qualsiasi struttura o sostegno o tubazione, compreso fascette di fissaggio e numerazione.

Di seguito sono elencate le caratteristiche principali del cavo suddetto:

ANIMA:	Conduttore in corda flessibile di rame rosso
ISOLANTE:	Elastomerico reticolato di qualità G10
GUAINA:	Termoplastica speciale di qualità M1, colore azzurro
MARCATURA:	Stampigliatura ad inchiostro speciale
CONDIZIONI DI POSA:	Temperatura minima di posa 0°C; In tubo o in canalina in aria; In canale interrato; In tubo interrato; In aria libera; Interrato con protezione.
TEMPERATURA DI FUNZIONAMENTO	90°C
TEMPERATURA DI CORTOCIRCUITO	250°C
COLORI DELLE ANIME	1x Nero 2x Blu chiaro / Marrone 3x Marrone / Nero / Grigio 3G Giallo Verde / Blu chiaro / Marrone 4x Blu chiaro / Marrone / Nero / Grigio 4G Giallo Verde / Marrone / Nero / Grigio 5G Giallo Verde / Marrone / Nero / Grigio / Blu chiaro I cavi per segnalamento saranno numerati e senza conduttore di terra
TENSIONE DI ISOLAMENTO	0,6 / 1 kV

1.8.4 Caratteristiche tecniche e costruttive cavo schermato per segnali

Cavo schermato per trasmissione segnali con particolari caratteristiche di protezione da interferenze elettrostatiche (nastro di alluminio / poliestere) ed elettromagnetiche (treccia di rame).

Di seguito sono elencate le caratteristiche principali del cavo suddetto:

ANIMA:	Conduttore in corda flessibile di rame rosso ricotto
ISOLANTE:	In PVC speciale di qualità Rz
GUAINA:	In PVC di qualità Rz, colore grigio
SCHERMATURA	Con nastro di alluminio/poliestere più treccia di rame rosso: Induttanza < 0,9 mH/km Capacità < 140 nF/km Impedenza di trasferimento 10 ohm/m da 100 kHz a 1 MHz; 100 Mohm/m da 1 MHz a 30 MHz
MARCATURA:	Stampigliatura ad inchiostro speciale
CONDIZIONI DI POSA:	Temperatura minima di posa 5°C; In tubo o in canalina in aria; In aria libera.
TEMPERATURA DI FUNZIONAMENTO	70°C
TEMPERATURA DI CORTOCIRCUITO	160°C
SEZIONE MINIMA DEL SINGOLO CONDUTTORE	1,5 mm²
TENSIONE DI ISOLAMENTO	450 / 750 V

1.8.5 Caratteristiche tecniche e costruttive cavo schermato a bassa emissione di fumi e gas tossici per segnali

Cavo schermato a bassa emissione di fumi e gas tossici (limiti previsti dalla CEI 20-38 con modalità di prova previste dalla CEI 20-37) per trasmissione segnali con particolari caratteristiche di protezione da interferenze elettromagnetiche (treccia di rame).

Di seguito sono elencate le caratteristiche principali del cavo suddetto:

ANIMA:	Conduttore in corda rotonda flessibile di rame rosso ricotto
ISOLANTE:	Gomma HEPR ad alto modulo
GUAINA:	Termoplastica special di qualità M1, colore verde
SCHERMATURA	Costituita da treccia di rame rosso
MARCATURA:	Stampigliatura ad inchiostro speciale Marcatura metrica progressiva
CONDIZIONI DI POSA:	Temperatura minima di posa 0°C; In tubo o in canalina in aria; In canale interrato; In tubo interrato; Direttamente interrato;

	Interrato con protezione; In aria libera.
TEMPERATURA DI FUNZIONAMENTO	90°C
TEMPERATURA DI CORTOCIRCUITO	250°C
COLORI DELLE ANIME	1x Nero 2x Blu chiaro / Marrone 3x Marrone / Nero / Grigio 3G Giallo Verde / Blu chiaro / Marrone 4x Blu chiaro / Marrone / Nero / Grigio 4G Giallo Verde / Marrone / Nero / Grigio 5G Giallo Verde / Marrone / Nero / Grigio / Blu chiaro Le anime dei cavi per segnalamento saranno nere, numerate e sarà previsto il conduttore di terra Giallo Verde
TENSIONE DI ISOLAMENTO	0,6 / 1 kV

1.8.6 Caratteristiche tecniche e costruttive cavo per messa a terra

Cavo flessibile adatto per realizzare le messe a terra nell'impianto.

Di seguito sono elencate le caratteristiche principali del cavo suddetto:

ANIMA:	Conduttore in corda flessibile di rame rosso
ISOLANTE:	Elastomero reticolato di qualità G9
MARCATURA:	Stampigliatura ad inchiostro speciale
CONDIZIONI DI POSA:	Temperatura minima di posa 5°C; In tubo o in canalina in aria; In quadri elettrici; Per cablaggio.
TEMPERATURA DI FUNZIONAMENTO	90°C
TEMPERATURA DI CORTOCIRCUITO	250°C
COLORI DELLE ANIME	1x Giallo Verde
TENSIONE DI ISOLAMENTO	450 / 750 V
SEZIONI ACCETTATE	6 mm² (esclusivamente per installazioni interne e per impianti luce e F.M. e per motori con potenza fino a 0,75 kW) 16 mm² 35 mm² 50 mm²

1.9 Dimensionamento delle condutture

I circuiti e le condutture dovranno essere dimensionati seguendo i seguenti criteri:

La scelta e la loro messa in opera dovranno permettere di soddisfare le misure di protezione per la sicurezza, le prescrizioni per un funzionamento corretto per l'uso previsto dell'impianto nelle condizioni d'esercizio ed alle prescrizioni appropriate alle influenze esterne previste.

In generale tutti i conduttori dovranno essere verificati e giustificati tramite apposito SW specifico in grado di verificare anche il valore di energia specifica passante contemporaneamente in tutti i punti della rete elettrica.

1.9.1 Condizioni d'esercizio

1.9.1.1 Tensione

I circuiti e le condutture dovranno avere una seconda guaina esterna isolante e dovranno essere adatte ad un gradino in più di quella che è la tensione nominale d'esercizio, in questo modo si potrà ritenere il cavo di classe 2, in quanto del tipo a doppio isolamento e con livello di tensione maggiore di un gradino rispetto a quello necessario.

Ne consegue che il cavo potrà essere posato a vista; l'eventuale protezione meccanica, necessaria entro i 2,5 m dal piano di calpestio, dovrà essere eseguita tramite tubi d'acciaio inox filettabile di tipo scordonato.

1.9.1.2 Corrente

I circuiti e le condutture dovranno essere dimensionate tenendo conto della corrente che li percorre nell'esercizio ordinario; dovranno inoltre essere in grado di sopportare le correnti che li possono attraversare in condizioni d'esercizio non ordinario, per periodi determinati dalle caratteristiche dei dispositivi di protezione.

1.9.1.3 Portate

I circuiti e le condutture dovranno essere scelti in modo che la corrente massima (portata) ammissibile per periodi prolungati da qualsiasi conduttore in servizio ordinario, dovrà essere tale che la temperatura massima di funzionamento non superi i seguenti valori:

Tipo di isolamento	Temperatura massima di esercizio (°C)
Cloruro di polivinile (PVC)	Conduttore : 70
Polietilene reticolato (XLPE) ed etilpropilene (EPR)	Conduttore : 90
Minerale (con guaina in PVC oppure nudo e accessibile)	Guaina metallica : 70
Minerale (nudo e non accessibile e non in contatto con materiali combustibili)	Guaina metallica : 105

1.9.1.4 Temperatura ambiente

I circuiti e le condutture dovranno essere scelti in modo che la temperatura ambiente prevista per il riferimento sia quella del mezzo circostante quando i cavi in esame non sono sotto carico.

1.9.1.5 Conduttori in parallelo

I circuiti e le condutture dovranno essere scelti in modo che, in caso di conduttori in parallelo, essi siano sostanzialmente della stessa sezione e della stessa lunghezza.

1.9.1.6 Compatibilità

I circuiti e le condutture dovranno essere scelti in modo da non causare effetti dannosi agli altri componenti elettrici.

1.9.1.7 Accessibilità

I circuiti e le condutture dovranno essere disposti in modo da facilitare la loro manovra, la loro ispezione, la loro manutenzione e l'accesso alle loro connessioni.

1.9.2 Dimensionamento dei cavi ed influenza delle condizioni di posa

Il dimensionamento dei cavi dovrà essere determinato principalmente da:

- distanza dell'utenza della sorgente d'energia

regime termico, determinato dalla quantità di calore prodotto nel cavo per effetto Joule e sua possibilità di smaltimento

La distanza dovrà condizionare la tensione disponibile ai morsetti dell'utenza

Il regime termico dovrà condizionare la vita dei materiali isolanti del cavo

La possibilità di smaltimento del calore dovrà essere determinata

- resistività termica del terreno, solo per cavi interrati
- temperatura del terreno o dell'aria, rispettivamente per cavi interrati e per cavi aerei
- presenza di altre sorgenti di calore lungo il percorso del cavo in oggetto (normalmente altri cavi posati affiancati), la loro quantità, intensità e distanza; sia per cavi interrati sia per cavi aerei

profondità di posa, solo per cavi interrati.

Modificare anche solo uno dei parametri che condizionano il regime termico del cavo, potrà determinare un rapido invecchiamento dei materiali isolanti con possibile danneggiamento irreparabile del cavo.

Si richiama pertanto l'attenzione sul fatto che debbono essere rispettate le condizioni previste in progetto, quali ad esempio:

- tipo, granulometria e compattazione del materiale di riempimento dello scavo;
- quantità e mutua distanza dei cavi facenti parte di uno stesso raggruppamento;

tipo e dimensioni della protezione contro i danneggiamenti meccanici.

1.9.3 Portata dei cavi

La portata dei cavi sarà prevista nei seguenti modi:

- Per l'alimentazione dei trasformatori, motori, i cavi avranno una portata uguale o maggiore della corrente nominale degli stessi.

Per l'alimentazione di un sistema di sbarre unico, i cavi avranno una portata uguale o maggiore della massima richiesta contemporanea e continua di corrente prevista sulle sbarre stesse.

I cavi dovranno sopportare senza danno, le sollecitazioni termiche, tenendo conto della max. potenza di c.to. c.to.

Per il coordinamento tra conduttura e dispositivo di protezione si rimanda ad un successivo capitolo ed alle norme CEI 64 - 8 in vigore.

1.9.4 Influenze esterne

I circuiti e le condutture dovranno essere scelti e messi in opera prendendo in considerazione le influenze esterne alle quali possono essere sottoposti, per assicurare il loro corretto funzionamento e per assicurare l'affidabilità delle misure di protezione.

Quando diverse influenze esterne si presentano contemporaneamente si dovrà prestare attenzione ai casi di effetti indipendenti oppure ai casi d'influenze reciproche.

1.9.5 Armatura e schermatura

Quanto richiesto nelle condizioni di posa (sollecitazioni meccaniche longitudinali o trasversali, pericolo d'infortuni per danneggiamento meccanico accidentale ecc.) i cavi avranno un'armatura metallica, realizzata in fili o piattine d'acciaio o materiale equivalente.

L'armatura metallica, purché risponda alle prescrizioni di resistenza elettrica previste dalla CEI per gli schermi, può esercitare tutte le funzioni di una schermatura di rame.

Dove interessi annullare il campo elettrico esterno ad essi e proteggerli contro i contatti accidentali, i cavi saranno schermati con fili, nastri o piattine di rame sul rivestimento comune delle anime, nei cavi multipolari, o sull'isolante nei cavi unipolari.

Il rivestimento metallico sarà sempre collegato a terra ad un solo estremo del cavo, quando il cavo è usato per trasporto d'energia.

1.9.6 Identificazione

I circuiti e le condutture dovranno essere disposte o munite di targhe o di altri mezzi appropriati in modo tale da poter essere identificate per le ispezioni, le prove, le riparazioni o le modifiche d'impianto.

1.9.7 Identificazione dei conduttori di neutro e di protezione.

I conduttori di neutro e di protezione dovranno essere in accordo con la norma CEI 16-4 "Individuazione dei conduttori isolati e dei conduttori nudi tramite colori".

1.10 Criteri di posa dei circuiti e delle condutture

1.10.1 Criteri di posa

I circuiti e le condutture dovranno essere dimensionati seguendo i seguenti criteri:

1.10.2 Lavori preliminari alla posa

I cavi dovranno essere manipolati e posati con molta cura.

Il trasporto dal deposito al luogo di posa non dovrà essere fatto rotolando o strisciando la bobina, ma impiegando mezzi adeguati quali carrelli o autocarri appositamente attrezzati. Il rotolamento delle bobine dovrà essere consentito solo per piccoli spostamenti necessari alla sistemazione delle stesse sui cavalletti o sui carrelli.

1.10.3 Requisiti di posa

I cavi dovranno essere posati avendo cura di non sottoporli a sollecitazioni meccaniche e termiche diverse da quelle normali, previste in funzione del tipo di posa usato.

I cavi non dovranno reggere pesi, neppure di organi elettrici ad essi collegati e dovranno essere adeguatamente sostenuti in funzione della loro resistenza meccanica.

I cavi non dovranno essere posati in prossimità di corpi ad elevata temperatura a meno che essi siano del tipo speciale resistente al calore e non soggetti allo stillicidio o al getto di liquidi caldi o corrosivi.

Qualora non sia possibile allontanare i cavi dai pericoli sopra indicati, dovranno essere adeguatamente schermate le sorgenti del pericolo non i cavi per evitare di diminuire la portata.

I conduttori unipolari dei circuiti di potenza in corrente alternata dovranno essere disposti e supportati in modo da evitare pericolosi riscaldamenti delle parti metalliche adiacenti per effetto induttivo, ad esempio impiegando materiale amagnetico.

Eventuali cavi collegati in parallelo per la trasmissione di correnti elevate, dovranno essere sempre come segue:

dello stesso tipo e sezione,

seguiranno percorsi paralleli eventualmente con trasposizioni in modo che la lunghezza sia uguale,

avranno organi di giunzione e terminazioni uguali ed installati in modo analogo,

dovranno essere convenientemente ammarati per resistere alle sollecitazioni derivanti dal corto circuito.

I tipi di cavi e la loro installazione dovranno essere in conformità con le norme assunte e con i documenti di progetto.

Nei luoghi con pericolo di esplosione o d'incendio per la presenza di sostanze pericolose se miscelate con aria, dovrà essere considerato "luogo pericoloso" anche il terreno fino ad una profondità di 0,50 m, pertanto:

i cavi direttamente interrati dovranno essere posati ad una profondità superiore a 50 cm;

i cunicoli, i pozzetti, ecc., dovranno essere riempiti di sabbia per evitare accumuli di sostanze pericolose;

i cavi in vista, quando ammessi dalle norme assunte, dovranno essere protetti dai danneggiamenti meccanici fino a 2,50 m sui piani di lavoro;

i tubi e i loro accessori dovranno essere in materiale non combustibile, stabile ed inerte nelle condizioni di utilizzo.

1.10.4 Sforzi di tiro applicabili ai cavi per la posa

Gli sforzi di tiro necessari durante le operazioni di posa dei cavi, quando applicati ai conduttori di rame o di alluminio non supereranno i valori prescritti dai costruttori ed in mancanza di questi non supereranno una sollecitazione 6 kg/mm^2 di sezione totale.

A tale scopo si dovranno impiegare calze metalliche, anelli o ganci di tiro adeguatamente fissate alle estremità dei conduttori evitando fra l'altro che l'umidità possa penetrare nel cavo.

Se il cavo è provvisto di un'armatura a fili o piattine di acciaio, la forza di tiro dovrà essere applicata all'armatura e non dovrà essere superiore ai valori prescritti dai costruttori; in mancanza di questo dato non si supererà una sollecitazione di 10 kg/mm^2 di sezione dell'armatura.

Durante la posa dovrà essere evitato che il cavo giri sul proprio asse.

È preferito il tiro con l'impiego della sola manodopera, però è consentito il tiro con paranco a mano oppure a motore, purché munito di un dispositivo che impedisca di superare lo sforzo di tiro massimo ammesso per il cavo. Nei tratti di percorso molto lungo, per evitare di superare lo sforzo di tiro massimo ammesso, sarà

consentito impiegare rulli motorizzati intercalati a quelli folli; in questo caso però il loro azionamento dovrà essere controllato da paranco provvisto di controllo dello sforzo di tiro massimo.

Nel caso di più cavi da tirare contemporaneamente, ad esempio in un tubo, il tiro non dovrà essere superiore a quello consentito dal cavo di caratteristiche più limitate.

1.10.5 Temperatura di posa

Durante l'operazione di posa, per tutta la loro lunghezza e per tutto il tempo in cui potranno essere manipolati, la temperatura dei cavi dovrà essere non inferiore a:

+ 3°C per i cavi isolati con carta impregnata;

0° C per i cavi comunque isolati, ad eccezione dei cavi isolati con carta impregnata muniti di guaina esterna in PVC ;

-15° C per i cavi isolati in gomma e con guaina esterna di gomma o policloroprene.

1.10.6 Raggio di curvatura

Durante le operazioni di posa dovranno essere evitate le piegature che non siano assolutamente necessarie. I raggi di curvatura (R) nei cambiamenti di direzione dei percorsi e nelle operazioni di posa non dovranno essere inferiori ai valori seguenti salvo accordi speciali con la Direzione Lavori e/o con il Costruttore:

R 8 (D+d):

- cavi unipolari non schermati;
- cavi multipolari non armati e non provvisti di guaina metallica (Piombo oppure Al);
- cavi multipolari armati con nastri, provvisti di guaina metallica (Piombo oppure Al);
- cavi multipolari armati con nastri, non provvisti di guaina met.ca (Piombo oppure Al);

R10 (D+d):

- cavi unipolari armati;
- cavi armati con fili o piattine;
- cavi con guaina di piombo;
- cavi con guaina in alluminio ondulata;
- cavi con conduttori concentrici;

R 20 D:

- conduttori in terra, nudi e isolati;

R 5 D:

- cavi con isolamento minerale;

Durante le operazioni di posa del cavo si dovranno evitare pieghe sotto il valore di R = 20 D.

Nelle formule in precedenza elencate, "D" indica il diametro esterno del cavo e "d" indica il diametro di un conduttore (il maggiore se i conduttori sono disuguali); quando non si può misurarlo, dovrà essere calcolato con:

d = 1,3 S (in mm), dove S (in mm^2) è la sezione del conduttore.

1.10.7 Supportazione dei cavi

Nella posa verticale o in ogni caso inclinata oltre 30° sul piano orizzontale, i cavi dovranno essere supportati in alto e ad intervalli non superiori ai seguenti, al fine di evitare eccessivi sforzi di trazione dovuti alla propria massa:

Sezione dei conduttori	Intervalli di supportazione	
mm^2	Conduttori in Cu	Conduttori in Al
fino a 10	30 cm	30 cm
da 16 a 50	30 cm	60 cm
da 70 a 150	20 cm	40 cm
da 185 a 300	12 cm	28 cm
oltre 300	10 cm	25 cm

1.11 Giunzioni e terminazioni

In generale non saranno ammesse giunzioni sui cavi; qualora occorressero particolari necessità impiantistiche che richiedessero giunzioni nei cavi, queste si potranno eseguire previa autorizzazione della Committente e rispettando le prescrizioni di seguito elencate.

1.11.1 Requisiti generali

Le giunzioni e le terminazioni dovranno essere eseguite secondo le istruzioni dei costruttori; dovranno essere in ogni caso rispettate le indicazioni seguenti:

Dovranno essere eseguite in modo da ripristinare il grado d'isolamento del cavo al suo valore nominale.

Per l'esecuzione delle giunzioni e delle terminazioni su cavi schermati con un nastro o una treccia sull'isolante (gomma butilica, PVC, ecc.) dovrà essere asportato lo strato semi conduttore, eventualmente presente, per tutta la lunghezza di anima della quale si sarà asportato lo schermo metallico. L'asportazione dovrà essere accurata in modo da non lasciare la minima traccia.

I materiali impiegati dovranno essere equivalenti e compatibili, agli effetti delle sollecitazioni dell'ambiente d'installazione, a quelle dei cavi cui sono associate.

1.11.2 Terminazioni

Per l'esecuzione delle terminazioni, i cavi dovranno essere tagliati in misura tale da consentire agevolmente i lavori senza inutili sfridi.

Le teste degli spezzoni di cavo rimanenti da una pezzatura e le teste dei cavi che non sono subito collegati, dovranno avere di cappellotti di chiusura atti ad impedire la penetrazione dell'umidità nell'isolante.

Tutti i rivestimenti metallici (schermi, armature, ecc.) dovranno essere connessi in parallelo tra loro e messi a terra alle estremità di ogni linea di cavo, salvo per i cavi unipolari per i quali la messa a terra dovrà essere fatta ad un'estremità sola. In questo caso, all'estremità dove gli schermi non saranno messi a terra, occorrerà avere isolate le muffole con supporti isolanti e prendere precauzioni per evitare il contatto accidentale con dette muffole e con gli schermi a causa delle tensioni che si potranno venire a creare durante i guasti.

I corpi metallici (contenitori) delle terminazioni dovranno essere messi a terra assieme ai rivestimenti metallici dei cavi.

Se più terminazioni si trovano vicine, esse dovranno essere collegate tra loro e la messa a terra dovrà essere comune.

Le terminazioni di cavi entranti in scatole di derivazione o di terminazione, dovranno essere eseguite impiegando "pressa cavi" o "coni terminali" aventi i collari di serraggio di qualità tale da garantire una buona compressione sul cavo ed una buona tenuta all'acqua.

1.11.3 Terminazione e giunzione dei singoli conduttori

Le terminazioni e le giunzioni dei singoli conduttori dovranno essere sicuri contro l'allentamento, proporzionate alla corrente nominale e alle sollecitazioni sia termiche sia dinamiche dovute al corto circuito e dovranno essere resistenti alla corrosione.

I criteri esecutivi dovranno essere secondo le istruzioni del costruttore dei cavi; in mancanza di dette istruzioni le terminazioni dovranno essere eseguite come segue:

Conduttori flessibili fino a 6 mm^2, usando un canotto a compressione.

Usando un capocorda a compressione, se l'allacciamento è eseguito con vite; con connettori a compressione, se sono da connettere più conduttori fra di loro in scatole dove manchino le morsettiere.

Conduttori rigidi fino a 10 mm^2.

Senza l'impiego di alcun accessorio, se l'allacciamento deve essere eseguito su morsetti componibili o con semplice vite. Con connettori a compressione, se sono da connettere più conduttori fra di loro in scatole dove manchino le morsettiere.

Conduttori flessibili oltre 6 mm^2 o rigidi oltre 10 mm^2.

Mediante capicorda a compressione in ogni caso, ad eccezione degli allacciamenti ad apparecchiature o terminali muniti di morsetti adatti al serraggio di conduttori cordati.

Mediante connettori a compressione, se sono da connettere più conduttori fra di loro in cassette dove manchino le morsettiere.

Conduttori di terra a filo o cordati.

Mediante capicorda a compressione o mediante saldatura, in ogni caso ad eccezione degli allacciamenti ad apparecchiature munite di morsetti adatti al serraggio di conduttori di questo tipo.

Mediante connettori a compressioni nelle giunzioni.

Conduttori di terra a piattina.

Mediante sovrapposizione delle parti e connessioni imbullonate con almeno due bulloni.

Le connessioni direttamente interrate dovranno essere anche protette dai contatti col terreno per evitare corrosioni elettrochimiche e ossidazioni.

1.12 Identificazione dei cavi

1.12.1 Identificazione dei cavi posati aerei

I cavi aerei quando posati singolarmente, come ad esempio su fune, in vista su parete ecc., dovranno essere identificati come sopra indicato. Le fascette dovranno essere applicate ai cavi almeno all'inizio e alla fine del percorso.

I cavi aerei, quando posati in raggruppamenti, come ad esempio su passerella, su fune, in vista su parete, ecc., dovranno essere identificati come sopra indicato.

Le fascette dovranno essere applicate ai cavi ad intervalli non superiori a 20 m, in corrispondenza di ogni giunzione, nei punti d'entrata e d'uscita dai percorsi principali e all'inizio e alla fine del percorso.

1.12.2 Identificazione dei cavi posati in tubi

I cavi quando posati in tubi interrati e quando posati in tubi singolarmente installati aerei o su parete, dovranno essere identificati come sopra indicato. Le fascette d'identificazione dei cavi dovranno essere applicate ai tubi o alle condotte all'inizio e alla fine del percorso o negli eventuali pozzetti rompi tratta; le fascette dovranno essere applicate anche, quando possibile, ai cavi entranti e uscenti dai tubi e dalle condotte.

I cavi, quando posati in condotte e in tubi aerei che si trovano raggruppati in fasci o rastrelliere in modo tale da essere difficile l'individuazione di ogni singolo tubo o condotta, dovranno essere identificati come sopra indicato.

Le fascette dovranno essere applicate alle condotte e ai tubi ad intervalli non superiori a 20 m, nei punti d'entrata da eventuali scatole di giunzione, nei punti d'entrata e d'uscita dai percorsi principali nonché all'inizio e alla fine del percorso; le fascette dovranno essere applicate, quando possibile, anche ai cavi entranti ed uscenti dai tubi e dalle condotte.

1.13 Requisiti, criteri e modalità per la posa dei cavi "aerei" in passerelle, canalette o cunicoli non riempiti

Sono considerate pose aeree le seguenti modalità di posa:

in passerella, canalette o cunicoli non riempiti;

in vista su opere murarie o metalliche;

su fune d'acciaio

1.13.1 Requisiti di posa

I cavi dovranno essere posati diritti e non sottoposti a sforzi di torsione in modo che siano appoggiati omogeneamente sui supporti; l'interdistanza dei cavi dovrà essere come previsto nei documenti di progetto.

I cavi dovranno essere sostenuti da passerelle a scaletta cui saranno fissati con fascette; i cavi all'interno dovranno essere disposti paralleli su di un unico strato con i cavi di comando alternati a quelli di potenza.

Su doppio strato è ammesso solo se concordato con la Direzione Lavori.

I morsetti a cavallotto, le graffette o le fascette impiegate per il fissaggio definitivo, dovranno essere dimensionate in modo da resistere alle sollecitazioni termiche e dinamiche del cavo.

Inoltre esse dovranno essere installate in posizione tale da evitare eccessivi sforzi di trazione sui morsetti terminali dei singoli conduttori durante tali sollecitazioni.

I cavi, quando posati orizzontali su passerelle, cunicoli non riempiti e canalette, dovranno essere fissati almeno nei seguenti punti:

ad ogni cambio di direzione del percorso cavi;

ad intervalli non superiori a 10 m;

all'inizio e alla fine del percorso orizzontale.

I cavi, quando posati su passerelle, cunicoli non riempiti o canalette, verticali o in ogni modo inclinate oltre 30 gradi sul piano orizzontale, dovranno essere fissati almeno nei seguenti punti:

all'inizio o alla fine del percorso verticale o inclinato;

ad ogni cambio di direzione del percorso cavi;

ad intervalli non superiori a 1,0 m.

1.13.2 Attraversamenti

In corrispondenza di attraversamenti aerei di strade e passaggi, le passerelle e le canalette dovranno essere fissate a strutture, e poste al di sopra del limite inferiore di queste ultime.

In ogni caso l'altezza da terra dovrà essere tale da non ostacolare il traffico previsto; in centro all'attraversamento dovranno essere applicati cartelli monitori indicanti la presenza di cavi elettrici e indicanti l'altezza massima ammessa per i mezzi di transito.

In corrispondenza di attraversamenti sotterranei di strade e passaggi, le coperture delle canalette o dei cunicoli non riempiti dovranno essere dimensionati per il carico massimo trasmesso alle coperture del traffico.

1.13.3 Requisiti, criteri e modalità per la posa dei cavi in vista su opere murarie

Questa tipologia di posa non è ammessa.

1.13.4 Posa cavi su fune d'acciaio

I cavi dovranno essere fissati con fascette o con ganci e fibbie; il fissaggio dovrà essere tale da impedire scorrimenti del cavo.

Si dovranno usare fascette su tratti accessibili e ganci e fibbie nell'attraversamento di tratti non accessibili.

Nel caso in cui la fune debba incrociare una tubazione, la fune non dovrà essere messa a contatto con questa ma passerà al di sotto o al di sopra secondo lo spazio disponibile.

I tratti di raccordo tra due funi a differente livello dovranno essere eseguiti verticalmente con fissaggio del cavo a parete; la distanza minima tra l'ultima fascetta reggi cavo su fine e la prima graffetta a muro dovrà essere di 50 cm, in modo da assicurare una sufficiente ricchezza di cavi tale da garantire l'integrità delle guaine in caso di scorrimenti.

1.14 Requisiti, criteri e modalità per la posa dei cavi in tubi

1.14.1 Requisiti di posa dei cavi

Prima di procedere all'infilaggio dei cavi e dei fili, i tubi dovranno essere controllati per accertare che siano lisci, e non vi siano al loro interno corpi estranei, acqua e sbavature.

Per facilitare l'infilaggio dei cavi e dei fili nei tubi potranno essere impiegati del talco o degli appositi prodotti; la vaselina neutra non potrà essere impiegata.

L'infilaggio avverrà con la presenza di operatori in corrispondenza dell'ingresso, dei pozzetti e dell'uscita, questo per assicurare il buon procedimento dell'operazione. La posizione dei cavi nei pozzetti dovrà essere tale da intralciare il meno possibile i successivi ampliamenti.

I tubi per contenimento e protezione di cavi e fili potranno essere:

- metallici
- in cloruro di polivinile (PVC)
- cemento e posati
- in vista
- in cunicolo
- interrati, annegati in massello di calcestruzzo

sottotraccia

1.15 Requisiti, criteri e modalità per la posa dei cavi direttamente interrati o posati in cunicoli riempiti

Questa tipologia di posa non è ammessa.

1.16 Profondità di posa di cavi d'energia

La profondità di posa di cavi di energia, di comando, di segnalazione e di controllo non dovrà essere in nessun caso inferiore ai valori sotto indicati, a meno che non sia diversamente previsto nei documenti di progetto e siano stati presi opportuni provvedimenti.

- nei luoghi con pericolo di esplosione e d'incendio 60 cm
- nelle aree non pavimentate 60 cm
- nelle aeree pavimentate dei luoghi non pericolosi 60 cm
- negli attraversamenti di strade, piazzali e ferrovie 80 cm

per i cavi a M.T. 100 cm

1.17 Profondità di posa dei conduttori di terra

La profondità di posa dei conduttori di terra non dovrà essere in nessun caso inferiore a 50 cm a meno che non sia diversamente indicato e siano stati previsti opportuni provvedimenti protettivi.

1.18 Condizioni particolari di posa

Nel caso di particolari condizioni di posa, i cavi dovranno essere posati come di seguito indicato:

1.18.1 Attraversamenti stradali

Negli attraversamenti di strade principali, piazzali e di ferrovie, i cavi dovranno essere protetti con tubi in PEad pesante o in acciaio, immersi in calcestruzzo "rosso" come indicato in precedenza.

Il massello così costituito dovrà avere una resistenza minima corrispondente al carico massimo trasmesso dal traffico previsto per la zona.

I cavi di potenza dovranno essere infilati uno per tubo e questo ultimo avrà un diametro interno non superiore a 1,5 volte il diametro esterno del cavo.

1.18.2 Zone non pedonali

Nelle zone non pedonali si dovrà preferire sempre posare i cavi in tubi.

1.18.3 Aree pavimentate

Nelle aree pavimentata e nell'attraversamento dei muri, i cavi dovranno essere protetti con tubi in acciaio in massello di calcestruzzo, oppure dovranno essere posati in cunicoli riempiti e muniti di lastre di copertura di

colore "rosso" come indicato in precedenza, adatte a sopportare il massimo carico per il qual è prevista la pavimentazione.

Dovranno essere evitati gli attraversamenti di fondazione e altre strutture portanti se non specificatamente previsto nel progetto.

Dove i cunicoli saranno eseguiti in pavimentazione soggette a traffico pesante o saranno più lunghi di 1 m, si potranno eseguire muretti intermedi ed eventualmente impiegare delle lastre rinforzate.

La posa dei cunicoli dovrà essere tale da impedire infiltrazioni continue di fluidi di processo o l'acqua.

Le parti terminali dei cunicoli e dei masselli dovranno essere sigillate con compound plastico o altro attorno ai cavi e dovranno essere formate in modo da impedire che i cavi stessi vengano a contatto con gli spigoli vivi sia durante la posa sia dopo a causa di eventuali assestamenti.

1.19 Derivazioni dai percorsi principali e uscite fuori terra

I cavi che si deriveranno da un percorso principale dovranno essere sempre protetti nel tratto interrato, con tubi; dove i cavi usciranno fuori terra, dovranno essere protetti con tubi fini ad almeno 0,30 m sul pavimento.

Per i conduttori di terra i tubi di protezione dovranno essere sempre in PVC pesante.

Tutti i tubi e i conduttori che usciranno dal terreno dovranno essere sigillati attorno ai cavi con compound plastico o altro.

I conduttori di terra non dovranno mai uscire fuori terra attraversando l'armatura di strutture in cemento armato.

1.20 Incroci fra cavi elettrici

Quando uno o più cavi direttamente interrati si dovranno incrociare, tra i due dovrà essere posta una protezione contro i danneggiamenti meccanici per un tratto di 0,50 m oltre la zona di interferenza.

La distanza minima fra i cavi situati superiormente e quelli situati inferiormente dovrà essere di 0,20 m.

1.20.1 Coesistenza fra cavi di energia e cavi di telecomunicazione

Negli incroci, i cavi di energia dovranno essere di regola situati inferiormente; la distanza minima fra i cavi situati superiormente e quelli situati inferiormente dovrà essere di 30 cm.

I cavi posati superiormente dovranno essere infilati in tubi di acciaio o in tubi in PVC in massello di calcestruzzo per un tratto di almeno 1 m e comunque per un tratto di 50 cm oltre la zona di interferenza.

Nei parallelismi, i cavi di energia e i cavi di telecomunicazione dovranno essere tenuti ad una distanza minima di 30 cm.

Sarà ammesso di ridurre la distanza minima tra i cavi di energia e cavi di telecomunicazione a 15 cm quando i cavi posati alla minore profondità siano infilati in tubi; sarà ammesso ridurre la distanza minima tra i cavi di energia e i cavi di telecomunicazione a meno di 15 cm quando sia i cavi di energia sia di telecomunicazione siano infilati in tubi.

1.20.2 Coesistenza tra cavi di energia e tubazioni o strutture metalliche interrate

Gli incroci tra cavi di energia e le tubazioni metalliche interrate, non dovrà avvenire in corrispondenza di giunti non saldati dalle tubazioni stesse. La minima distanza fra le generatrici dei cavi di energia e quelle delle tubazioni metalliche non dovrà essere inferiore a 30 cm.

Inoltre tra cavi e tubazioni dovrà essere interposta una protezione dai danneggiamenti metallici.

Nei parallelismi, i cavi di energia e le tubazioni metalliche interrate, dovranno essere tenute ad una distanza minima di : - 50 cm in caso di tubazioni contenenti fluidi infiammabili e - 30 cm in caso di tubazioni contenenti altri fluidi.

1.21 Elenchi dei cavi

I singoli cavi necessari sono sommariamente indicati nella lista di dettaglio in progetto.

I cavi nei singoli edifici o impianti e quelli tra le stazioni vanno numerati in modo tale che dal numero risulti il tipo di cavo ed il luogo di posa. La lettera "P" (Power) sta per cavo d'energia; la lettera "C" (Control) sta per cavo di segnalazione e comando; la lettera "I" (Instrument) sta per cavo di misura.

2 Sistemi di supporto dei cavi

2.1.1 Tubi

2.1.2 Generalità

Essi devono essere conformi alle norme CEI 23-25 e 23-26; sui disegni di progetto sono riportati, in corrispondenza ai tracciati dei percorsi principali indicati per le varie linee, il tipo e le dimensioni delle canalizzazioni protettive previste.

Ad integrazione e completamento di quanto la rappresentazione grafica consente di indicare si precisa quanto segue:

La posa sarà eseguita in modo ordinato secondo percorsi orizzontali o verticali, paralleli o perpendicolari a pareti e/o soffitti, senza tratti obliqui ed evitando incroci o accavallamenti non necessari.

Saranno evitate le giunzioni su tubi di tipo corrugato o di tipo flessibile o di diametro diverso.

Per le giunzioni fra tubazioni rigide e tubazioni flessibili saranno impiegati gli adatti raccordi previsti allo scopo dal costruttore del tubo flessibile. Il serraggio con clips strette con viti è ammesso solo sul lato tubo rigido e se non è abbassato il grado di protezione previsto per l'impianto.

In mancanza di indicazioni o prescrizioni diverse sulle tavole di progetto, nei locali umidi o bagnati o all'esterno canalette e tubazioni saranno in materiale isolante e tutti gli accessori per la messa in opera, quali mensole o staffe di sostegno per le canalette, morsetti di fissaggio per i tubi, saranno in materiale plastico o in acciaio inossidabile.

All'interno di detti locali le varie parti costituenti le canalette (tratti rettilinei, curve ecc.) saranno collegate fra loro mediante bulloni in nylon o in acciaio inossidabile.

Negli impianti in vista (generalmente stagni) l'ingresso di tubi in cassette, contenitori e canalette avverrà tramite adatto pressa tubo senza abbassare il grado di prestazione previsto.

Per consentire l'agevole infilaggio e sfilaggio dei conduttori il rapporto fra il diametro interno del tubo protettivo ed il diametro del fascio di cavi contenuti sarà almeno pari a:

- 1,4 per le linee luce, FM e simili;
- 1,6 per le linee telefoniche;
- 2,5 per i cavi coassiali di impianto TV ed altri impianti speciali.

Il diametro delle tubazioni non sarà comunque inferiore a quello riportato sui disegni di progetto; analogamente alle dimensioni delle canalette porta cavi non saranno inferiori a quelle riportate sui disegni e, salvo diversa indicazione o in assenza di dimensione, le canalette saranno dimensionate per portare i cavi su un unico strato; analogamente nei tratti rettilinei non sarà superata la lunghezza di 10 m senza l'interposizione di una cassetta rompi tratta.

2.1.3 Parallelismi e giunzioni

Più tubi affiancati dovranno essere fra loro paralleli. Gli interassi normali dovranno essere come sotto indicato:

interassi tra tubi d'acciaio inox filettabile.

Grandezza del tubo	*¾" - 1"*	*1"½ - 2"*	*3"*	*4"*	*5" - 6"*
¾"	100 mm	110 mm	125 mm	150 mm	200 mm
1"	100 mm	110 mm	140 mm	180 mm	220 mm
1½" - 2"		140 mm	165 mm	200 mm	240 mm
3"			185 mm	220 mm	260 mm
4"				230 mm	280 mm

Grandezza del tubo	*¾" - 1"*	*1"½ - 2"*	*3"*	*4"*	*5" - 6"*
5" - 6"					300 mm

I tubi di materiale plastico filettabile o d'acciaio inox non filettabile, se incassati, potranno essere posati affiancati fino a contatto; mentre se a vista dovranno essere posati a distanza tale da consentire il singolo staffaggio di ogni tubo.

I giunti con manicotto o raccordi a tre pezzi su tubi paralleli dovranno essere sfalsati in moda da avere lo spazio necessario per un facile montaggio o smontaggio.

Nel caso in cui i tubi per esigenze di posa debbano essere allineati, si dovrà avere cura di usare interassi tali da consentire in ogni caso lo smontaggio del giunto.

Le giunzioni di barre di tubo d'acciaio inox filettabile dovranno essere normalmente eseguite con manicotti UNI 339; con il manicotto avvitato a fondo non dovranno esserci sulle due canne filetti scoperti.

Non saranno ammessi giunti scorrevoli, in altre parole ottenuti avvitando tutto il manicotto sul tubo e svitandolo in seguito per avvitarlo per metà sulla testa della canna di proseguimento linea.

Le giunzioni fra canne e spezzoni di tubo in PVC pesante si dovranno eseguire a tenuta di liquidi impiegando gli appositi manicotti o raccordi.

Per il tubo in PVC leggero potranno essere consentite giunzioni a bicchiere.

2.1.4 Terminazioni dei tubi

I tubi che terminino liberi, dovranno avere una boccola terminale o dovranno essere scampanati per evitare che il cavo possa essere maneggiato dagli spigoli vivi e dalle sbavature.

2.1.5 Protezione delle filettature

Le filettature relative ad accoppiamenti tra componenti ferrosi (acciaio, ghisa) dovranno essere protetti con lubrificanti neutri.

Le filettature per accoppiamenti tra parti di alluminio e tra alluminio e componenti ferrosi, dovranno essere protetti con lubrificanti a base di zinco o grafite.

2.1.6 Curve e raggi di curvatura

Sempre allo scopo di facilitare l'infilaggio non saranno eseguite più di due curve, o comunque curve per più di 180° sulle tubazioni protettive senza l'interposizione di una cassetta di transito.

Nei tubi d'acciaio inox, le curve dovranno essere realizzate in modo da non alterarne il diametro interno da non provocare incrinature.

I raggi di curvatura non dovranno essere inferiori ai seguenti:

Grandezza del tubo	*Per cavi senza guaina di Piombo*		*Per cavi con guaina di Piombo*	
	mm	inch.	mm	inch
¾"	100	4"	150	6"
1"	125	5"	200	8"
1"½	150	6"	275	11"
2"	250	10"	400	16"
3"	300	12"	525	21"
4"	600	24"	1000	40"
5"	750	30"	1275	50"
6"	900	36"	1550	61"

Le curve dovranno essere realizzate per piegatura diretta con macchina apposita.

Solo in casi particolari dove lo spazio a disposizione sia esiguo, i raggi di curvatura potranno essere ridotti del 20 % o dovranno essere usate curve stampate.

Fino a quattro tubi paralleli si dovranno eseguire curve concentriche, oltre ai quattro tubi si dovranno eseguire curve con lo stesso raggio;

Per i tubi d'acciaio di spessore 1 mm di norma si dovranno usare le curve stampate;

Per i tubi in materiale plastico filettabile tipo pesante le curve dovranno essere eseguite con raggio minimo uguale a quello dei tubi d'acciaio zincati di pari sezione;

Per i tubi in materiale plastico di tipo leggero è preferito l'uso di curve apposite.

Normalmente non si potranno eseguire sui tubi d'acciaio inox curve per un totale maggiore di 270° per percorsi ininterrotti fino a 60 m; 120° per percorsi ininterrotti fino a 75 m.

Per percorsi più lunghi o con curve maggiori si dovranno usare, secondo il tipo d'installazione, gli opportuni accorgimenti qui di seguito elencati:

Quando nella lunghezza del tubo esistano curve in numero maggiore di quanto indicato, si dovrà ricorrere ai seguenti sistemi per consentire l'infilaggio del cavo.

2.1.7 Requisiti di posa in vista dei tubi porta cavi

I tubi porta cavi se orizzontali andranno posati a bolla e se verticali a piombo.

Per percorsi diversi si dovrà avere l'avvertenza di posare i tubi parallelamente a strutture e a carpenterie.

2.1.8 Supportazione di tubi

I tubi dovranno essere appoggiati, anche saltuariamente, ad un appoggio naturale o artificiale.

Sull'appoggio dovrà essere saldato, murato, imbullonato l'eventuale supporto atto a sostenere il tubo.

Il fissaggio vero e proprio del tubo dovrà essere la graffetta e relativo bullone, il collare ad U, il morsetto speciale per profilato, il collare di piatto di ferro e relativi bulloni.

Il fissaggio potrà, secondo i casi, essere ancorato al supporto o all'appoggio vero e proprio.

Per i tubi d'acciaio inox il fissaggio dovrà essere previsto in un punto di supportazione; il successivo fissaggio dovrà essere ad una distanza non superiore a 3 m circa.

2.1.9 Tubi su più strati

Nella posa in vista del tubo d'acciaio inox filettabile sarà consentita la posa su due piani paralleli.

Lo strato superiore dovrà essere ad una distanza minima di 120 mm dal massimo ingombro dello strato inferiore, in ogni caso sufficiente per consentire il montaggio di raccordi e manicotti.

Eventuali scatole avranno i coperchi accessibili e sistemati in posizione tale da consentire il facile infilaggio dei cavi.

- **Raccordi a tre pezzi**

Sui tubi d'acciaio inox filettabile, ogni 30 m circa in tratte rettilinee ininterrotte, dovrà essere interposto un raccordo del tipo compensatore di dilatazione o 30 cm di tubo flessibile.

I raccordi a tre pezzi di tipo normale dovranno essere inseriti in ogni punto ritenuto necessario per il montaggio e successivo smontaggio dell'impianto.

2.1.10 Requisiti di posa dei tubi-guaina flessibili

Normalmente i tubi-guaina flessibili dovranno essere impiegati in impianti in tubo per il collegamento delle apparecchiature soggette a vibrazioni, o in ogni caso installate su strutture meccaniche.

2.1.11 Tubo rigido di PVC per impianti elettrici

Esso sarà della serie pesante con grado di comprensione minimo di 750 N conforme alle tabelle CEI-UNEL 37118 e alle norme CEI 23-8 e provvisto di marchio italiano di qualità (IMQ).

Potrà essere impiegato per la posa a pavimento (annegato nel massetto e ricoperto da almeno 15 mm di malta di cemento) oppure in vista (a parete, a soffitto, nel contro soffitto o sotto il pavimento sopraelevato).

Non è ammessa la posa interrata (anche se protetto da manto di calcestruzzo) o in vista in posizioni dove possa essere soggetto a urti, danneggiamenti ecc., (ad. es. ad un'altezza dal pavimento finito inferiore a 1,5 m).

Le giunzioni e i cambiamenti di direzione dei tubi potranno essere ottenuti sia impiegando rispettivamente manicotti e curve con estremità a bicchiere conformi alle citate norme e tabelle.

Sarà anche possibile eseguire i manicotti e le curve a caldo sul posto di posa.

Nel caso sia adottato il secondo metodo le giunzioni saranno eseguite in modo che le estremità siano sovrapposte per un tratto pari a circa 1 o 2 volte il diametro nominale del tubo e le curve in modo che il raggio di curvatura sia compreso fra 3 e 6 volte il diametro nominale del tubo.

Tubazioni e accessori avranno marchio IMQ.

Nella posa in vista la distanza fra due punti di fissaggio successivi non sarà superiore a 1 m, in ogni caso i tubi devono essere fissati in prossimità di ogni giunzione e sia prima sia dopo ogni cambiamento di direzione.

In questo tipo di posa, per il fissaggio saranno impiegati collari singoli in acciaio inox e passivato con serraggio mediante viti trattate superficialmente contro la corrosione e rese imperdibili; oppure saranno impiegati collari c.s.d. in materiale isolante, oppure morsetti in materiale isolante sempre serrati con viti (i tipi con serraggio a scatto sono ammessi all'interno di contro soffitti, sotto pavimenti sopraelevati, in cunicoli o analoghi luoghi protetti):

Collari e morsetti saranno ancorati a parete o a soffitto mediante chiodi a sparo o viti e tasselli di plastica.

Nei locali umidi o bagnati e all'esterno, degli accessori di fissaggio descritti potranno essere impiegati solo quelli in materiale isolante, le viti saranno in acciaio nichelato o cadmiato o in ottone.

Nei casi in cui siano necessarie tubazioni di diametro maggiore a quelli contemplati dalle citate norme CEI 23-8, potranno essere impiegati tubi in PVC del tipo con giunti a bicchiere con spessore non inferiore a 3 mm per i quali siano stati eseguiti, a cura del costruttore, le prove previste dalle citate norme (resistenza allo schiacciamento, all'urto, alla fiamma, agli agenti chimici e d'isolamento) oppure tubi in PVC conformi alle norme UNI 7441-75-PN10.

Per la posa interrata saranno impiegati tubi in PVC conformi alle norme UNI 7441-75- PN16.

2.1.12 Tubo flessibile di PVC serie pesante (corrugato)

Esso sarà conforme alle norme CEI 23-14 e alle tabelle CEI-UNEL 37121/7° (serie pesante) in materiale auto estinguente, provvisto di marchio italiano di qualità.

Sarà impiegato esclusivamente per la posa sotto traccia a parete o a soffitto, curando che in tutti i punti sia ricoperto da almeno 20 mm d'intonaco, oppure entro pareti prefabbricate del tipo a sandwich. Non potrà essere impiegato nella posa in vista, o a pavimento, o interrata (anche se protetto da manto di calcestruzzo) e così pure non potranno essere eseguite giunzioni se non in corrispondenza di scatole o di cassette di derivazione.

I cambiamenti di direzione saranno eseguiti con curve ampie (raggio di curvatura compreso fra tre e sei volte il diametro nominale del tubo).

Avrà una resistenza allo schiacciamento non inferiore a 750 N secondo quanto previsto dalle norme CEI 23-25.

2.1.13 Tubo flessibile con spirale rigida di PVC (guaina)

Esso sarà in materiale auto estinguente e costituito da un tubo di plastica morbida, internamente liscio rinforzato da una spirale di sostegno in PVC. La spirale avrà caratteristiche (passo dell'elica, rigidezza ecc.) tali da garantire l'inalterabilità della sezione anche per il raggio minimo di curvatura (raggio minimo = 2 x diametro interno) ed il ritorno alla sezione originale in caso di schiacciamento. Il campo di temperatura d'impianto si estenderà da –15 °C a +70 °C.

Per il collegamento a tubi di altro tipo, canalette, cassette di derivazione o di morsettiere dei motori, contenitori ecc. saranno impiegati esclusivamente raccordi previsti allo scopo dal costruttore e costituiti da: corpo (del raccordo), anello di tenuta, ghiera filettata di serraggio, controdado o manicotto filettato a seconda se il collegamento è con cassette, canalette o contenitori oppure con tubi filettati. Le estremità dei tubi flessibili non saranno bloccate con raccordi del tipo a clips serrate con viti.

Non è ammesso l'impiego di questo tipo di tubo all'interno dei locali con pericolo di esplosione o incendio.

Sarà una resistenza allo schiacciamento non inferiore a 350 N secondo quanto prescritto nelle norme CEI 23-14.

2.1.14 Tubo flessibile con spirale di acciaio inox (guaina)

Esso sarà costituito da un tubo flessibile a spirale d'acciaio inox a doppia aggraffatura, con rivestimento esterno in guaina morbida di PVC auto estinguente, con campo di temperatura di impiego da –15 °C a +80 °C.

La guaina esterna presenterà internamente delle nervature elicoidali in corrispondenza all'interconnessione fra le spire del tubo flessibile e ciò allo scopo di assicurare una perfetta aderenza ed evitare che si abbiano a verificare scorrimenti reciproci.

Per i collegamenti a tubi di altro tipo, canalette, cassette di derivazione o di morsettiere dei motori, contenitori ecc., saranno impiegati esclusivamente i raccordi metallici previsti allo scopo del costruttore e costituiti da: corpo (del raccordo), manicotto con filettatura stampata per protezione delle estremità taglianti e per la messa a terra, guarnizione conica, ghiera di serraggio e controdado o manicotto filettato a seconda se il collegamento è con cassette, canalette o contenitori oppure con tubi filettati.

In ogni caso non è ammesso bloccare le estremità del tubo flessibile con raccordi del tipo a clips serrate con viti.

2.2 Cassette di derivazione per impianti elettrici

Le cassette di derivazione per impianti elettrici, da utilizzare solo nei casi consentiti dalla Direzione Lavori

Le superfici metalliche delle cassette di giunzione dovranno essere adeguatamente protette contro la corrosione tramite un ciclo di trattamento chimico e successiva verniciatura avente dei requisiti ben determinati e di ottima qualità.

Esse potranno essere delle seguenti tipologie:

2.2.1 Piccola cassetta di derivazione del tipo a parete

Cassetta di giunzione del tipo a parete, per il contenimento di un massimo di 24 morsetti di dimensioni circa 380 x 380 mm, profondità 210 mm e con grado di protezione minimo IP 55.

Cassetta di tipo compatto, in lamiera d'acciaio con verniciatura a polveri in tinta RAL 7030, completa di:

- Guida di fissaggio TS35
- Morsetti nella quantità e nella sezione necessaria
- Pressa cavi per cavo nella quantità e nella sezione necessaria, passo PG
- Sistema di chiusura secondo quanto indicato nel capitolo "Sistemi di chiusura centralizzata"
- Targhetta con i dati identificativi

Per il trattamento delle superfici esterne, si veda il capitolo "Trattamenti superficiali".

2.2.2 Media cassetta di derivazione del tipo a parete

Cassetta di derivazione del tipo a parete, come la precedente, di dimensioni circa 600 x 380 mm, profondità 210 mm e con grado di protezione minimo IP 55, completa come indicato nella voce precedente.

Per il trattamento delle superfici esterne, si veda il capitolo "Trattamenti superficiali".

2.2.3 Cassette di derivazione stagne da esterno di materiale plastico rinforzato con fibre di vetro

Esse saranno in materiale plastico isolante auto estinguente rinforzato con fibra di vetro.

Nei locali umidi o bagnati è ammesso solo l'impiego del tipo di materiale isolante.

Saranno dotate di coperchio fissato con viti o con un sistema a ¼ di giro o equivalente.

Le viti saranno rese imperdibili, essere in acciaio inossidabile o in ottone o in ogni modo con trattamento superficiale contro la corrosione (cadmiatura, zinco cromatura, ecc.) Non sono ammesse viti di tipo autofilettante.

2.2.4 Pressa cavi

Tutti i cavi che escono da scatole di giunzione, quadri elettrici in campo (non in sala quadri), tubi di supporto verso alimentazione o collegamento ausiliario di singola apparecchiatura dovranno essere dotati di pressa cavo.

I pressa cavi dovranno essere del tipo in ottone nichelato avente grado di protezione minimo IP 68 provato a 5 bar con GWDR nel campo di serraggio e saranno dotati di guarnizione multipla in neoprene.

Il campo di temperatura dovrà essere compreso tra -40 °C e +70 °C.

I pressa cavi accettati dalla Direzione Lavori avranno le seguenti dimensioni:

TAGLIA	SEZIONE
PG 7	3,0 - 6,5 mm
PG 9	4,0 - 10,0 mm
PG 11	5,0 - 10,0 mm
PG 13,5	6,0 - 12,0 mm
PG 16	10,0 - 14,0 mm
PG 21	13,0 - 18,0 mm
PG 29	18,0 - 25,0 mm
PG 36	22,0 - 32,0 mm
PG 42	30,0 - 38,0 mm
PG 48	34,0 - 44,0 mm

2.2.5 Montaggio delle cassette di derivazione

Esse saranno poste in opera in posizione tale da essere facilmente apribili ed ispezionabili curando in modo particolare che siano allineate fra loro e parallele a pareti, soffitti, e spigoli dei locali.

Saranno fissate a parete o soffitto con non meno di due viti.

Per quanto possibile si cercherà di unificare i tipi e dimensioni.

Tutte le tubazioni entreranno dai fianchi delle cassette.

L'ingresso avverrà attraverso i fori previsti dal costruttore e senza praticare allargamenti o produrre rotture sulle pareti.

Il numero delle tubazioni entranti o uscenti da ciascuna cassetta non sarà pertanto superiore a quello dei fori stessi.

Nelle cassette, ove è previsto, il taglio dei passa tubi di plastica morbida avverrà in modo che ne sia un foro circolare e non sia abbassato il grado di protezione.

Tali passa tubi saranno asportati per introdurre tubazioni di diametro superiore a quello previsto dal costruttore.

Le tubazioni sporgeranno all'interno della cassetta per circa 0,5 cm, le parti più sporgenti saranno tagliate prima dell'infilaggio dei cavi.

Setti di separazione fissi saranno previsti in quelle cassette cui fanno capo impianti con tensioni nominali diverse.

In nessun caso le cassette destinate all'impianto telefonico potranno essere utilizzate per qualche altro tipo di impianto.

Tutte le derivazioni e le giunzioni sui conduttori saranno eseguite entro le cassette; non è ammesso pertanto eseguirle nelle scatole di contenimento di prese, interruttori ecc. oppure entro gli apparecchi illuminati o nelle tubazioni protettive.

Le derivazioni saranno effettuate mediante morsettiere fisse oppure di tipo componibile montate su guida di tipo unificato.

Il serraggio dei conduttori sarà a vite con l'interposizione di una piastrina metallica.

Non sono ammessi collegamenti eseguiti con nastrature o con morsetti a cappuccio.

Tutte le cassette di derivazione saranno contrassegnate in modo chiaro con le sigle riportate più oltre. La siglatura sarà fatta impiegando timbri di tipo componibile costituiti da caratteri di almeno 10 mm di altezza ed impiegando inchiostro di tipo indelebile.

Le sigle saranno poste sulla superficie interna o su quella esterna del coperchio di ciascuna cassetta.

Solamente nel caso di cassette installate su pareti o superfici che sicuramente saranno tinteggiate; le altre saranno poste sulla superficie esterna.

Tutte le cassette di derivazione saranno contrassegnate in modo chiaro con le sigle riportate più oltre.

La siglatura sarà fatta impiegando timbri di tipo componibile costituiti da caratteri di almeno 10 mm di altezza ed impiegando inchiostro di tipo indelebile.

Le sigle saranno poste sulla superficie interna o su quella esterna del coperchio di ciascuna cassetta.

Solamente nel caso di cassette installate su pareti o superfici che sicuramente saranno tinteggiate; le altre saranno poste sulla superficie esterna.

Cassette destinate a impianti e/o servizi diversi riporteranno le sigle di tutti gli impianti, le sigle saranno le seguenti:

Impianti	*Sigla*
- circuiti di potenza a tensione nominale 230 VAC	
o illuminazione (normale, privilegiata, di sicurezza, notturna ecc., 220 V c.a.	LU
o circuiti prese (a 220 V c.a.)	PR
- circuiti di potenza a tensione nominale di 12 V c.a. oppure 24 V c.c.	
o telefonico	TF
o trasmissione dati	TD
o fibra ottica	FO
o interfonico	INT
o citofonico	CIT
o video citofonico	CTV
o diffusione sonora	DS
o amplificazione sonora	AS
o ricerca persone voci radio	RP
o antenna TV	TV
o rivelazione fumo e incendio	FU
o pesatura elettronica	WE

2.3 Canalette

2.3.1 Canaletta d'acciaio inox di tipo aperto

Sarà forata (asolata) e ottenuta da lamiera di acciaio inox AISI 304.

I fianchi avranno un'altezza di almeno 50 mm e lo spessore non sarà inferiore a 1,5 mm.

Per la sospensione saranno impiegate, per quanto possibile, mensole ancorate sia a profilati fissati a soffitto, sia con tasselli direttamente a parete in modo da avere sempre un lato libero.

La distanza fra due sostegni non sarà superiore a 2 m e in ogni modo tale che la freccia d'inflessione non sia superiore a 5 mm.

La distanza della canaletta dal soffitto o da un'altra sovrapposta sarà di almeno 20 cm.

Il collegamento fra due tratti avverrà mediante giunti di tipo telescopico o da incastro in modo da ottenere la perfetta continuità del piano di scorrimento dei cavi ed evitarne l'abrasione durante la posa oppure impiegando giunti ad angolo di tipo esterni e piastre coprigiunto interne.

Per eseguire cambiamenti di direzione, variazioni di quota, di larghezza, ecc., saranno impiegati gli accessori allo scopo previsti dal costruttore in modo da ridurre al minimo, e per dimostrata necessità, gli interventi quali tagli, piegature, ecc. In ogni caso gli spigoli che possono danneggiare i cavi saranno protetti con piastre terminali copri filo.

Per il collegamento delle varie parti saranno impiegati non meno di quattro bulloni di acciaio inox di tipo con testa tonda e larga posta all'interno della canaletta e muniti di rondella.

Nel caso fosse necessario il coperchio, questo sarà indicato di volta in volta nel computo metrico estimativo o nella specifica dei materiali e sarà asportabile per tutta la lunghezza anche in corrispondenza degli attraversamenti di pareti.

Nel prezzo dei sistemi di posa (passerelle portacavi, tubi, ecc.) sono compresi tutti i pezzi speciali (curve, incroci, derivazioni, riduzioni, giunzioni, testate, ecc.) e tutti i componenti e le strutture di fissaggio, ancoraggio e di appoggio (piastre, mensole, profilati, strutture particolari costruite appositamente, ecc.).

Tutti i componenti e le strutture di fissaggio, ancoraggio e di appoggio delle passerelle in acciaio inox devono essere in acciaio inox.

È onere dell'impresa esecutrice di fornire prima dell'inizio dei lavori la seguente documentazione della progettazione di dettaglio che dev'essere approvata dalla Direzione Lavori:

- Disegni di dettaglio dei sistemi e delle strutture di appoggio e di ancoraggio con indicazione particolare delle quote, disposizioni, dimensioni d'ingombro, passaggi, forature, distanze, rinforzi, ecc.;
- Relazione con verifica e calcolo statico dei sistemi e delle strutture di appoggio e di ancoraggio;
- Documentazione dei componenti di fissaggio e di appoggio.

2.3.2 Materiale di supporto

Tutte le passerelle, le canalette, le mensole, le staffe ed ogni accessorio dovranno essere in materiale non combustibile, stabile ed inerte e resistente alla corrosione o adeguatamente trattato contro la corrosione dovuta all'ambiente d'installazione.

Le modalità di esecuzione delle passerelle, canalette, mensole, staffe, ecc., dovranno essere indicate nella documentazione di progetto.

Le passerelle relative ai percorsi principali dei cavi; esse dovranno essere dimensionate almeno per:

- 50 kg/ m^2 di carico uniformemente distribuito;
- 80 kg di carico concentrato oltre al carico uniformemente distribuito, senza che la freccia superi 1/300 del passo di supporto.

I punti di sostegno delle passerelle o canalette sia quelli dei singoli cavi dovranno essere in quantità ed esecuzione adeguate al carico e alle sollecitazioni previste.

I sostegni dovranno essere fissati alle strutture metalliche o ai muri ma non alle scale di servizio per il personale; quando essi dovranno essere annegati in calcestruzzo, muratura o terreno, i materiali di sostegno dovranno essere adeguatamente protetti onde evitare corrosioni.

Le passerelle e le canalette e i cunicoli dovranno essere realizzati in modo che nei cambiamenti di direzione i cavi siano sostenuti e assumano raggi di curvatura non inferiore a quelli previsti.

Le passerelle e le canalette aperte e sovrapposte salvo diversamente indicato nei documenti di progetto, dovranno essere tenute ad una distanza tra loro dipendente dalla larghezza delle stesse e in ogni caso non inferiore ai valori seguenti:

Larghezza passerella canaletta	*Distanza tra loro passerelle*	
	da entrambi i lati	*da un lato solo*
1,00 m	0,60 m	0,80 m
da 0,61 a 1,00 m	0,40 m	0,60 m
da 0,46 a 0,60 m	0,30 m	0,40 m
da 0,31 a 0,45 m	0,25 m	0,30 m
fino a 0,30 m	0,25 m	0,25 m

3 Dispositivi di protezione delle condutture

3.1 Condizioni generali di protezione dei conduttori

Il problema della protezione dai sovraccarichi e dai corto circuiti delle condutture è essenzialmente un problema tecnico, in quanto si devono limitare le correnti in modo tale che il conduttore non raggiunga, per effetto Joule, temperature tanto elevate da compromettere l'integrità e la durata dell'isolante.

Si distinguono tre casi ai quali corrispondono altrettante temperature massime ammissibili:

- il regime permanente che può dare luogo a temperature che la conduttura deve sopportare per tempi indefiniti.
- il regime di sovraccarico che può dare luogo a temperature che nel giro di qualche ora porterebbero al rapido deterioramento del cavo se non fossero interrotte tempestivamente.
- il corto circuito dovrà essere invece interrotto in tempi brevissimi, dell'ordine di qualche centesimo di secondo, durante il quale si possono ammettere temperature maggiori.

I tempi di interruzioni delle sovracorrenti dovranno essere tali da ammettere una vita in esercizio ordinario della conduttura di 20 anni ed una perdita di vita pari a 1/1000 per ogni singolo sovraccarico o corto circuito.

3.2 Casi nei quali può essere omessa la protezione dal sovraccarico

La norma indica i seguenti casi di possibile omissione della protezione del sovraccarico:

- condutture che sono derivate da una conduttura principale protetta contro i sovraccarichi con dispositivo idoneo ed in grado di garantire la protezione anche delle condutture derivate.
- condutture che alimentano utilizzatori che non possono dar luogo a correnti di sovraccarico, quali resistenze.
- condutture che alimentano apparecchi con proprio dispositivo di protezione che garantiscono anche la protezione della conduttura di alimentazione.
- condutture che alimentano motori quando la corrente assorbita dalla linea con rotore bloccato non supera la portata Iz.
- conduttura che alimenta diverse derivazioni singolarmente protette contro i sovraccarichi, quando la somma delle correnti nominali dei dispositivi di protezione delle derivazioni non supera la portata Iz della conduttura principale.
- condutture dei circuiti di telecomunicazione, segnalazione e simili.

3.3 Casi nei quali si raccomanda di non proteggere dal sovraccarico

La norma non fa esplicito divieto ma raccomanda l'omissione della protezione contro i sovraccarichi nei seguenti casi:

- circuiti di eccitazione delle macchine rotanti.
- circuiti di alimentazione degli elettro magneti.
- circuiti secondari dei trasformatori di corrente.
- circuiti che alimentano dispositivi di estinzione dell'incendio.

3.4 Condizioni generali di protezione dal corto circuito

Le condizioni generali per la protezione contro il corto circuito sono le seguenti:

- l'apparecchio dovrà essere installato all'inizio della conduttura protetta, con una tolleranza di 3 m dal punto di origine (se non vi è pericolo d'incendio e se si prendono le ordinarie precauzioni atte a ridurre al minimo il rischio di c.to c.to).
- l'apparecchio non dovrà avere corrente nominale inferiore alla corrente d'impiego.
- l'apparecchio di protezione dovrà avere potere d'interruzione non inferiore alla corrente presunta di c.to c.to nel punto ove l'apparecchio stesso sarà installato.
- l'apparecchio dovrà intervenire, in caso di c.to c.to che si potrà verificare in qualsiasi punto della linea protetta, con la tempestività al fine di evitare che gli isolanti assumano temperature eccessive.

3.5 Verifica dell'integrale di Joule

Dovrà essere effettuata la verifica grafica dell'integrale di joule per tutti i casi più sfavorevoli; queste verifiche dovranno essere parte integrante della documentazione del "come costruito" finale.

3.6 Dispositivi automatici ad interruttore

3.6.1 Correnti di riferimento

Le caratteristiche di intervento degli interruttori automatici sono definite in funzione delle seguenti correnti di riferimento:

I_n = Corrente nominale:

corrente assegnata dal costruttore e che l'interruttore è destinato a portare in servizio ininterrotto, alla temperatura ambiente di riferimento specificata (30 °C).

I_{nf} = Corrente di non funzionamento:

massimo valore di sovra corrente che non determina l'intervento delle protezioni dell'interruttore entro il tempo convenzionale.

I_f = Corrente di funzionamento:

minimo valore di sovra corrente che determina l'intervento certo delle protezioni dell'interruttore entro il tempo convenzionale.

I_{m1} = minima sovra corrente che può determinare l'intervento delle protezioni elettro magnetiche.

I_{m2} = minima sovra corrente che determina l'intervento certo delle protezioni elettro magnetiche.

3.6.2 Caratteristiche d'intervento

La norma CEI EN 60898 (CEI 23-3; IV edizione) prevede tre tipi di caratteristica di intervento, differenziate tra loro dai valori minimo e massimo dell'intervento magnetico.

La tabella che segue riporta detti valori ed il relativo campo d'impiego:

Tipo	I_{m1}	I_{m2}	Impiego tipico
B	3 In	5 In	protezione di generatori e di grandi lunghezze di cavo
C	5 In	10 In	protezione di cavi e di impianti che alimentano apparecchi utilizzatori ordinari
D	10 In	20 In	protezione di cavi e di impianti che alimentano utilizzatori con elevate correnti di avviamento

3.7 Dispositivi a fusibile

3.7.1 Classificazione

I fusibili si possono classificare in tre grandi gruppi:

1. fusibili in miniatura: destinati alla protezione di apparecchiature elettriche ed elettroniche; essi sono caratterizzati da bassi poteri d'interruzione e basse energie di c.to c.to; si classificano in ultra rapidi (FF), rapidi (F), semi ritardati (M), ritardati (T) e super ritardati (TT).
2. fusibili di uso generale: destinati alla protezione di linee; essi sono caratterizzati da un elevato potere d'interruzione, l'intervento è di tipo rapido in quanto non consente il permanere di sovraccarichi di oltre tre volte In per tempi superiori a qualche secondo.
3. fusibili per uso combinato: destinati alla protezione dal solo c.to c.to; trovano loro impiego nella combinazione con i relè termici per la protezione dei motori asincroni trifasi; essi sono caratterizzati da un elevato potere d'interruzione e da valori dell'integrale di joule molto ridotti.

3.7.2 Correnti di riferimento

Le caratteristiche di intervento dei fusibili sono definite in funzione delle seguenti correnti di riferimento:

I_n = Corrente nominale:

corrente assegnata dal costruttore e che il fusibile è destinato a portare in servizio ininterrotto, alla temperatura ambiente di riferimento specificata (30 °C).

I_{nf} = Corrente di non fusione:

massimo valore di sovra corrente che non determina l'intervento del fusibile entro il tempo convenzionale.

I_f = Corrente convenzionale di fusione:

minimo valore di sovra corrente che determina l'intervento certo del fusibile entro il tempo convenzionale.

I valori nominali e convenzionali per le cartucce normalizzate " *gl* " sono sotto riportati.

Correnti nominali	I_{nf} / I_n	I_f / I_n	*Tempo convenzionale*
4 ÷ 10	1,5	1,9	1 h
12 ÷ 25	1,4	1,75	1 h
32 ÷ 63	1,3	1,6	1 h
80 ÷ 100	1,3	1,6	2 hh
125 ÷ 160	1,2	1,6	2 hh
200 ÷ 400	1,2	1,6	3 hh
500 ÷ 1000	1,2	1,6	4 hh

3.7.3 Caratteristica d'intervento

Per i fusibili, la caratteristica d'intervento, chiamata anche " tempo - corrente " è il diagramma (generalmente in scala logaritmica) che fornisce il valore del tempo "virtuale" d'interruzione in funzione della corrente interrotta presunta.

Il tempo " virtuale " coincide con il tempo reale e la corrente interrotta presunta con al corrente effettiva solo per bassi rapporti di sovraccarico, cioè fino a 10 ÷ 12,5 In.

Per sovracorrenti di maggiore entità si hanno forti poteri limitatori, in modo tale che la corrente effettivamente interrotta è notevolmente minore della presunta ed il tempo virtuale è il rapporto tra I^2t e I^2cc; ne consegue quindi che la caratteristica d'intervento e la caratteristica I^2t / I^2cc sono in genere ricavabili l'una dall'altra.

3.7.4 Poteri d'interruzione e caratteristica I2t

La norma impone un potere d'interruzione minimo di 20 kA per i fusibili destinati alle applicazioni domestiche e similari e di 50 kA minimi per i tipi destinati alle applicazioni industriali.

Le caratteristiche I^2t assumono un andamento inverso, cioè tanto maggiore è la corrente di c.to c.to, tanto maggiore sarà l'effetto di limitazione dell'integrale di joule; per questa ragione la verifica di I^2t dovrà essere eseguita soltanto nell'ipotesi di c.to c.to nel punto terminale della conduttura (Icc min).

3.7.5 Condizioni generali di protezione dal sovraccarico

I fusibili devono avere correnti nominali sensibilmente inferiori alla portata massima della linea da proteggere, poiché se si scegliesse un fusibile con corrente nominale pari alla portata massima Iz, si avrebbe l'intervento convenzionale per sovraccarico di 1,6 ÷ 1,9 Iz e ciò significherebbe avere sovraccarichi termici sugli isolanti di 2,6 ÷ 3,6 volte maggiori di quelli ammessi.

Qualora in una conduttura non siano prevedibili lievi sovraccarichi la condizione di protezione minima si realizzerà per If non superiore a 1,45 Iz, cioè per correnti nominali del fusibile non superiore al 76 ÷ 90 % di Iz.

Se invece si prevedono lievi sovraccarichi e si voglia ottenere l'intervento non appena la corrente supererà la portata massima Iz della conduttura, bisognerà scegliere fusibili con corrente nominale non superiore al 55 ÷ 60 % di Iz, che equivale a dire sfruttare il rame installato al 55 ÷ 60 %.

3.7.6 Condizioni generali di protezione dal corto circuito

I fusibili, come anzidetto, possiedono un comportamento critico per basse correnti di c.to c.to nel senso che potrebbero non interromperle tempestivamente consentendo un eccessivo riscaldamento del cavo.

Se il fusibile è dimensionato per proteggere il cavo dal sovraccarico, allora non si avranno correnti critiche e non occorrerà eseguire la verifica dell'integrale di Joule.

Se invece il fusibile è sovra dimensionato rispetto Iz, si dovrà verificare il suo comportamento in caso di c.to c.to nel punto terminale della linea.

4 Apparecchiature elettriche

4.1 Quadri MCC per Bassa Tensione.

4.1.1 Generalità

I quadri MCC dovranno essere forniti assiemati e cablati, pronti per l'installazione in impianto, completi in tutte le loro parti e dotati di tutti gli accessori normali, anche se non esplicitamente menzionati; di seguito sono elencati i principali elementi costruttivi.

4.1.2 Quadri

I quadri saranno con distribuzione trifase più neutro e saranno costituiti dalla composizione dei seguenti singoli elementi tipici:

COD.	DESCRIZIONE	Senso di rotazione	Velocità	Comando	Sorveglianza	Elabora-zione	Partenza di potenza da
A1	Partenza diretta per utenza fino a 5,5 kW	1	1	sala controllo	segnali da MCC	PLC	MCC
A1x	Partenza diretta per utenza fino a 5,5 kW, con uscita ausiliaria 230/50	1	1	sala controllo	segnali da MCC	PLC	MCC
A1m	Partenza diretta per utenza fino a 5,5 kW, monofase 230/50	1	1	sala controllo	segnali da MCC	PLC	MCC
A1t	Partenza diretta per utenza fino a 5,5 kW, con TA	1	1	sala controllo	segnali + misura assorbimento	PLC	MCC
A2	Partenza diretta per utenza da 5,6 fino a 11 kW	1	1	sala controllo	segnali da MCC	PLC	MCC
A2t	Partenza diretta per utenza da 5,6 fino a 11 kW, con TA	1	1	sala controllo	segnali + misura assorbimento	PLC	MCC
A2z	Partenza diretta per utenza da 5,6 fino a 11 kW, con comando automatico locale	1	1	locale	segnali da MCC	PLC	MCC
A2	Partenza diretta per utenza da 5,6 fino a 11 Kw con presso stato e termostato	1	1	sala controllo	segnali da MCC	PLC	MCC
A3	Partenza diretta per utenza da 11,1 fino a 18,5 kW (con TA)	1	1	sala controllo	segnali + misura assorbimento	PLC	MCC
A4	Partenza diretta per utenza da 18,6 fino a 22 kW (con TA)	1	1	sala controllo	segnali + misura assorbimento	PLC	MCC
A5	Partenza diretta per utenza da 22,1 fino a 30 kW (con TA)	1	1	sala controllo	segnali + misura assorbimento	PLC	MCC
A6	Partenza diretta per utenza da 30,1 fino a 37	1	1	sala	segnali +	PLC	MCC

COD.	DESCRIZIONE	Senso di rotazione	Velocità	Comando	Sorveglianza	Elabora-zione	Partenza di potenza da
	kW (con TA)			controllo	misura assorbimento		
A7	Partenza diretta per utenza da 37,1 fino a 55 kW (con TA)	1	1	sala controllo	segnali + misura assorbimento	PLC	MCC
A8	Partenza diretta per utenza da 55,1 fino a 75 kW (con TA)	1	1	sala controllo	segnali + misura assorbimento	PLC	MCC
B1	Partenza diretta per utenza fino a 5,5 kW, con logica all'interno del cassetto	1	1	locale	segnali da MCC	sistema autonomo	MCC
B1x	Partenza diretta per utenza fino a 5,5 kW, con aux. 230/50 e logica all'interno del cassetto	1	1	locale	segnali da MCC	sistema autonomo	MCC
B1m	Partenza diretta per utenza fino a 5,5 kW, monofase 230/50 e logica all'interno del cassetto	1	1	locale	segnali da MCC	sistema autonomo	MCC
B1t	Partenza diretta per utenza fino a 5,5 kW, con TA e logica all'interno del cassetto	1	1	locale	segnali + misura assorbimento	sistema autonomo	MCC
B2	Partenza diretta per utenza da 5,6 fino a 11 kW, con logica all'interno del cassetto	1	1	locale	segnali da MCC	sistema autonomo	MCC
B2t	Partenza diretta per utenza da 5,6 fino a 11 kW, con TA e logica all'interno del cassetto	1	1	locale	segnali + misura assorbimento	sistema autonomo	MCC
B2z	Partenza diretta per utenza da 5,6 fino a 11 kW, con comando automatico locale	1	1	locale	segnali da MCC	sistema autonomo	MCC
B3	Partenza diretta per utenza da 11,1 fino a 18,5 kW, con logica all'interno del cassetto	1	1	locale	segnali + misura assorbimento	sistema autonomo	MCC
B4	Partenza diretta per utenza da 18,6 fino a 22 kW, con logica all'interno del cassetto	1	1	locale	segnali + misura assorbimento	sistema autonomo	MCC
B5	Partenza diretta per utenza da 22,1 fino a 30 kW, con logica all'interno del cassetto	1	1	locale	segnali + misura assorbimento	sistema autonomo	MCC
B6	Partenza diretta per utenza da 30,1 fino a 37 kW, con logica all'interno del cassetto	1	1	locale	segnali + misura assorbimento	sistema autonomo	MCC

COD.	DESCRIZIONE	Senso di rotazione	Velocità	Comando	Sorveglianza	Elabora-zione	Partenza di potenza da
D0	Partenza con interruttore automatico modulare fino a 40 A	--	--	--	--	--	MCC
D1	Partenza con interruttore automatico fino a 40 A	--	--	--	--	--	MCC
D2	Partenza con interruttore automatico da 41 a 225 A	--	--	--	--	--	MCC
D5	Partenza con interruttore automatico differenziale modulare fino a 40 A	--	--	--	--	--	MCC
D6	Partenza con interruttore automatico differenziale fino a 40 A	--	--	--	--	--	MCC
D7	Partenza con interruttore automatico differenziale da 41 a 225 A	--	--	--	--	--	MCC
E1	Partenza a due sensi di marcia per motore fino a 5,5 kW	2	1	sala controllo	fine corsa	PLC	MCC
E2	Partenza a due sensi di marcia per motore da 5,6 fino a 11 kW	2	1	sala controllo	fine corsa	PLC	MCC
						PLC	
F1	Partenza a due velocità per utenza con due avvolgimenti separati fino a 5,5 kW	1	2	sala controllo	segnali da MCC	PLC	MCC
F2	Partenza a due velocità per utenza con due avvolgimenti separati da 5,6 fino a 11 kW	1	2	sala controllo	segnali da MCC	PLC	MCC
F3	Partenza a due velocità per utenza con due avvolgimenti separati da 11,1 fino a 18,5 kW	1	2	sala controllo	segnali + misura assorbimento	PLC	MCC
F4	Partenza a due velocità per utenza con due avvolgimenti separati da 18,6 fino a 22 kW	1	2	sala controllo	segnali + misura assorbimento	PLC	MCC
F5	Partenza a due velocità per utenza con due avvolgimenti separati da 22,1 fino a 30 kW	1	2	sala controllo	segnali + misura assorbimento	PLC	MCC
F7	Partenza a due velocità per utenza con due avvolgimenti separati da 37 fino a 55 kW	1	2	sala controllo	segnali + misura assorbimento	PLC	MCC
G1	Partenza a due velocità per utenza con avvolgimento Dahalander fino a 5,5 kW	1	2	sala controllo	segnali da MCC	PLC	MCC
G2	Partenza a due velocità per utenza con	1	2	sala	segnali da	PLC	MCC

COD.	DESCRIZIONE	Senso di rotazione	Velocità	Comando	Sorveglianza	Elabora-zione	Partenza di potenza da
	avvolgimento Dahalander da 5,6 fino a 11 kW			controllo	MCC		
G3	Partenza a due velocità per utenza con avvolgimento Dahalander da 11,1 fino a 18,5 kW	1	2	sala controllo	segnali + misura assorbimento	PLC	MCC
G4	Partenza a due velocità per utenza con avvolgimento Dahalander da 18,5 fino a 22 kW	1	2	sala controllo	segnali + misura assorbimento	PLC	MCC
G5	Partenza a due velocità per utenza con avvolgimento Dahalander da 22,1 fino a 30 kW	1	2	sala controllo	segnali + misura assorbimento	PLC	MCC
						PLC	
H1	Partenza a tre velocità per utenza fino a 5,5 kW (doppio avvolgimento di cui uno Dahalander)	1	3	sala controllo	segnali da MCC	PLC	MCC
H2	Partenza a tre velocità per utenza fino da 5,6 fino a 11 kW	1	3	sala controllo	segnali da MCC	PLC	MCC
H3	Partenza a tre velocità per utenza fino da 11,1 fino a 18,5 kW	1	3	sala controllo	segnali + misura assorbimento	PLC	MCC
H4	Partenza a tre velocità per utenza fino da 18,1 fino a 22 kW	1	3	sala controllo	segnali + misura assorbimento	PLC	MCC
H5	Partenza a tre velocità per utenza fino da 22,1 fino a 30 kW	1	3	sala controllo	segnali + misura assorbimento	PLC	MCC
Ka	Partenza diretta per utenza, con logica all'interno del Package	1	1	Quadro Package	Quadro Package	Quadro Package	Quadro Package
Kd	Partenza con interruttore automatico, all'interno del Package			Quadro Package	Quadro Package	Quadro Package	Quadro Package
Ke	Partenza a due sensi di marcia, con logica nel Package	1	1	Quadro Package	Quadro Package	Quadro Package	Quadro Package
Kf	Partenza a due velocità per utenza con due avvolgimenti separati, con logica nel Package	1	2	Quadro Package	Quadro Package	Quadro Package	Quadro Package
Kg	Partenza a due velocità per utenza con avvolgimento Dahalander, con logica nel Package	1	2	Quadro Package	Quadro Package	Quadro Package	Quadro Package

COD.	DESCRIZIONE	Senso di rotazione	Velocità	Comando	Sorveglianza	Elabora-zione	Partenza di potenza da
Kh	Partenza a tre velocità (doppio avvolgimento di cui uno Dahalander), con logica nel Package	1	3	Quadro Package	Quadro Package	Quadro Package	Quadro Package
Ki	Partenza con inverter a frequenza variabile, con logica nel Package	1	1	Quadro Package	Quadro Package	Quadro Package	Quadro Package
Km	Gruppo misure elettriche, all'interno del Package				Quadro Package	Quadro Package	Quadro Package
Ko	Azionamento elettro oleo dinamico, con logica nel Package	1	1 / 2	Quadro Package	Quadro Package	Quadro Package	Quadro Package
Kp	Azionamento elettro pneumatico, con logica nel Package	1	1 / 2	Quadro Package	Quadro Package	Quadro Package	Quadro Package
Kq	Azionamento diretto con solenoide elettrica, con logica nel Package	1	1 / 2	Quadro Package	Quadro Package	Quadro Package	Quadro Package
Kr	Partenza per alimentazione dispositivo di riscaldamento, con logica nel Package	1	1	Quadro Package	Quadro Package	Quadro Package	Quadro Package
Ku	Partenza con soft start, con logica nel Package	1	1	Quadro Package	Quadro Package	Quadro Package	Quadro Package
Ky	Partenza per elettro valvole, con logica nel Package	1	1 / 2	Quadro Package	Quadro Package	Quadro Package	Quadro Package

I1	Partenza con inverter a frequenza variabile per utenza fino a 5,5 kW	dipende da inverter	variabile da inverter	sala controllo	con linea BUS	PLC	MCC
I2	Partenza con inverter a frequenza variabile per utenza da 5,6 fino a 11 kW	dipende da inverter	variabile da inverter	sala controllo	con linea BUS	PLC	MCC
I3	Partenza con inverter a frequenza variabile per utenza da 11,1 fino a 18,5 kW	dipende da inverter	variabile da inverter	sala controllo	con linea BUS	PLC	MCC
I4	Partenza con inverter a frequenza variabile per utenza da 18,6 fino a 22 kW	dipende da inverter	variabile da inverter	sala controllo	con linea BUS	PLC	MCC
I5	Partenza con inverter a frequenza variabile per utenza da 22,1 fino a 30 kW	dipende da inverter	variabile da inverter	sala controllo	con linea BUS	PLC	MCC
I6	Partenza con inverter a frequenza variabile per utenza da 30,1 fino a 37 kW	dipende da inverter	variabile da inverter	sala controllo	con linea BUS	PLC	MCC
I7	Partenza con inverter a frequenza variabile	dipende	variabile	sala	con linea BUS	PLC	MCC

COD.	DESCRIZIONE	Senso di rotazione	Velocità	Comando	Sorveglianza	Elabora-zione	Partenza di potenza da
	per utenza da 37,1 fino a 55 kW	da inverter	da inverter	controllo			
I8	Partenza con inverter a frequenza variabile per utenza da 55,1 fino a 75 kW	dipende da inverter	variabile da inverter	sala controllo	con linea BUS	PLC	MCC
I9	Partenza con inverter a frequenza variabile per utenza da 75,1 fino a 90 kW	dipende da inverter	variabile da inverter	sala controllo	con linea BUS	PLC	MCC
I10	Partenza con inverter a frequenza variabile per utenza fino a 18,5 kW a 2 sensi di marcia	dipende da inverter	variabile da inverter	sala controllo	con linea BUS	PLC	MCC
Ia	Partenza con inverter a frequenza variabile per utenza da 90,1 fino a 132 kW	dipende da inverter	variabile da inverter	sala controllo	con linea BUS	PLC	MCC
Ib	Partenza con inverter a frequenza variabile per utenza da 132,1 fino a 160 kW	dipende da inverter	variabile da inverter	sala controllo	con linea BUS	PLC	MCC
Ic	Partenza con inverter a frequenza variabile per utenza da 160,1 fino a 200 kW	dipende da inverter	variabile da inverter	sala controllo	con linea BUS	PLC	MCC
Id	Partenza con inverter a frequenza variabile per utenza da 200,1 fino a 250 kW	dipende da inverter	variabile da inverter	sala controllo	con linea BUS	PLC	MCC
Ie	Partenza con inverter a frequenza variabile per utenza da 250,1 fino a 315 kW	dipende da inverter	variabile da inverter	sala controllo	con linea BUS	PLC	MCC
If	Partenza con inverter a frequenza variabile per utenza da 315,1 fino a 400 kW	dipende da inverter	variabile da inverter	sala controllo	con linea BUS	PLC	MCC
Ig	Partenza con inverter a frequenza variabile per utenza da 400,1 fino a 500 kW	dipende da inverter	variabile da inverter	sala controllo	con linea BUS	PLC	MCC
Ih	Partenza con inverter a frequenza variabile per utenza da 500,1 fino a 750 kW	dipende da inverter	variabile da inverter	sala controllo	con linea BUS	PLC	MCC
O1	Azionamento elettro oleo dinamico, con singolo comando (apre / chiude)	da segnale	da segnale	sala controllo	fine corsa se esistenti	PLC	Interfaccia
O2	Azionamento elettro oleo dinamico, con doppio comando (bistabile per apre - chiude)	da segnale	da segnale	sala controllo	da segnale di feed-back	PLC	Interfaccia

COD.	DESCRIZIONE	Senso di rotazione	Velocità	Comando	Sorveglianza	Elabora-zione	Partenza di potenza da
O6	Azionamento elettro oleo dinamico, con segnale continuo	2	1	sala controllo	misura regolata	PLC	Interfaccia
O7	Azionamento elettro oleo dinamico, con segnale continuo e con segnale di feed-back	2	2	sala controllo	da segnale di feed-back	PLC	Interfaccia
P1	Azionamento elettro pneumatico, con singolo comando (apre / chiude)	da segnale	da segnale	sala controllo	fine corsa se esistenti	PLC	Interfaccia
P2	Azionamento elettro pneumatico, con doppio comando (bistabile per apre - chiude)	da segnale	da segnale	sala controllo	da segnale di feed-back	PLC	Interfaccia
P6	Azionamento elettro pneumatico, con segnale continuo	2	1	sala controllo	misura regolata	PLC	Interfaccia
P7	Azionamento elettro pneumatico, con segnale continuo e con segnale di feed-back	2	2	sala controllo	da segnale di feed-back	PLC	Interfaccia
Q1	Azionamento diretto con solenoide elettrica, con singolo comando (apre / chiude)	da segnale	da segnale	sala controllo	fine corsa se esistenti	PLC	Interfaccia
Q2	Azionamento diretto con solenoide elettrica, con doppio comando (bistabile per apre - chiude)	da segnale	da segnale	sala controllo	da segnale di feed-back	PLC	Interfaccia
R1	Partenza d'alimentazione dispositivo di riscaldamento fino a 5,5 kW	--	--	MCC	termostato locale	locale	MCC
R1m	Partenza d'alimentazione dispositivo di riscaldamento fino a 5,5 kW, monofase 230/50	--	--	MCC	termostato locale	locale	MCC
R2	Partenza d'alimentazione dispositivo di riscaldamento da 5,6 fino a 11 kW	--	--	MCC	termostato locale	locale	MCC
R3	Partenza d'alimentazione dispositivo di riscaldamento da 11,1 fino a 18,5 kW	--	--	MCC	termostato locale	locale	MCC
R4	Partenza d'alimentazione dispositivo di riscaldamento da 18,6 fino a 22 kW	--	--	MCC	termostato locale	locale	MCC
R5	Partenza d'alimentazione dispositivo di riscaldamento da 22,1 fino a 30 kW	--	--	MCC	termostato locale	locale	MCC
R6	Partenza d'alimentazione dispositivo di riscaldamento da 30,1 fino a 37 kW	--	--	MCC	termostato locale	locale	MCC
U3	Partenza con soft start per utenza da 12 fino a 18,5 kW	1	1	sala controllo	con linea BUS	PLC	MCC

COD.	DESCRIZIONE	Senso di rotazione	Velocità	Comando	Sorveglianza	Elabora-zione	Partenza di potenza da
U4	Partenza con soft start per utenza da 18,6 fino a 22 kW	1	1	sala controllo	con linea BUS	PLC	MCC
U5	Partenza con soft start per utenza da 22,1 fino a 30 kW	1	1	sala controllo	con linea BUS	PLC	MCC
U6	Partenza con soft start per utenza da 30,1 fino a 37 kW	1	1	sala controllo	con linea BUS	PLC	MCC
U7	Partenza con soft start per utenza da 37,1 fino a 55 kW	1	1	sala controllo	con linea BUS	PLC	MCC
U8	Partenza con soft start per utenza da 55,1 fino a 75 kW	1	1	sala controllo	con linea BUS	PLC	MCC
U9	Partenza con soft start per utenza da 75,1 fino a 90 kW	1	1	sala controllo	con linea BUS	PLC	MCC
U10	Partenza con soft start per utenza da 90 fino a 160 kW	1	1	sala controllo	con linea BUS	PLC	MCC
Ua	Partenza con soft start per utenza da 90,1 fino a 132 kW	1	1	sala controllo	con linea BUS	PLC	MCC
Ub	Partenza con soft start per utenza da 132,1 fino a 160 kW	1	1	sala controllo	con linea BUS	PLC	MCC
Uc	Partenza con soft start per utenza da 160,1 fino a 200 kW	1	1	sala controllo	con linea BUS	PLC	MCC
Ud	Partenza con soft start per utenza da 200,1 fino a 250 kW	1	1	sala controllo	con linea BUS	PLC	MCC
Ue	Partenza con soft start per utenza da 250,1 fino a 315 kW	1	1	sala controllo	con linea BUS	PLC	MCC
Uf	Partenza con soft start per utenza da 315,1 fino a 400 kW	1	1	sala controllo	con linea BUS	PLC	MCC
Ug	Partenza con soft start per utenza da 400,1 fino a 500 kW	1	1	sala controllo	con linea BUS	PLC	MCC
Uh	Partenza con soft start per utenza da 500,1 fino a 750 kW	1	1	sala controllo	con linea BUS	PLC	MCC
Y1	Partenza per due moto valvole monofasi di potenza fino a 0,35 kW	2	1	sala controllo	fine corsa	PLC	MCC
Y2	Partenza con trasformatore per due elettro valvole di potenza fino a 0,2 kW	1	1	sala controllo	fine corsa	PLC	MCC
Y3	Partenza con trasformatore per tre elettro valvole di potenza fino a 0,2 kW	1	1	sala controllo	fine corsa	PLC	MCC
Y4	Partenza con trasformatore per quattro elettro valvole di potenza fino a 0,2 kW	1	1	sala controllo	fine corsa	PLC	MCC

Oltre ai seguenti tipi di cassetti

COD.	DESCRIZIONE
M1	Gruppo misure per arrivo linea, con multimetro e tre TA.
M2	Gruppo misure per arrivo linea, con multimetro, tre TA e TA per rifasamento.
M3	Gruppo misure per arrivo linea, con multimetro, tre TA, TA per rifasamento e gruppo misura dispersione.
M5	Gruppo misure per arrivo linea, con tre TA ed analizzatore con uscita seriale.
W1	Arrivo energia con IMS fino a 250 A
W2	Arrivo energia con IMS da 251 fino a 630 A.
W3	Arrivo energia con IMS da 631 fino a 1250 A.
W5	Arrivo energia con interruttore automatico fino a 250 A.
W6	Arrivo energia con interruttore automatico da 251 fino a 630 A.
W7	Arrivo energia con interruttore automatico da 631 fino a 1250 A.
Z1	Gruppo ausiliari d'alimentazione, con trasformatore fino a 1 kVA.
Z2	Gruppo ausiliari d'alimentazione, con trasformatore da 1,1 fino a 2,5 kVA.
Z5	Gruppo ausiliari d'alimentazione, con doppio trasformatore fino a 1 kVA.
Z6	Gruppo ausiliari d'alimentazione, con doppio trasformatore da 1,1 fino a 2,5 kVA.

Il numero dei cassetti di ciascun tipo, facenti parte dei singoli quadri, è precisato nei documenti di progetto.

Le apparecchiature di ciascun cassetto tipico, sono elencate nei documenti di progetto.

4.1.3 Inclusioni

Nei quadri sono incluse le seguenti apparecchiature:

Sbarra di terra Secondo quanto di seguito precisato.

Sbarra di neutro, distribuita nella parte superiore dei quadri.

Lamiere di chiusura laterale degli scomparti, ove necessarie, alle estremità dei quadri.

Tetto di chiusura degli scomparti.

Portelle cieche di chiusura celle vuote.

Otturatori per la chiusura delle finestre delle portelle a cassetto estratto, nel numero pari al 10 % del totale dei cassetti, con il minimo di quattro.

Golfari di sollevamento o dispositivi analoghi.

4.1.4 Quantità e qualità delle apparecchiature

Le quantità e la qualità delle apparecchiature oggetto della fornitura sono indicate nei disegni allegati alla presente specifica.

La qualità e il dimensionamento delle apparecchiature indicate nei disegni sono vincolanti per il fornitore, inteso nel senso che non saranno accettati materiali diversi o sotto dimensionati rispetto quelli indicati, se non espressamente chiesti dal Committente per mezzo di comunicazione scritta.

La quantità delle apparecchiature indicate nei disegni non sono vincolanti per il Committente; esse sono fornite al puro scopo di dare un'indicazione di massima sul numero dei singoli apparecchi.

Resta inteso fin da ora che nulla dovrà essere preteso dall'Impresa per quantità in difetto indicate nei disegni e, viceversa, nulla sarà preteso dal Committente per quantità in eccesso indicate nei disegni.

4.1.5 Dati di progetto meccanico

I quadri saranno idonei per l'installazione all'interno, con accessibilità delle apparecchiature dal fronte (zona sbarre escluse) e fissaggio a pavimento.

Il sistema è per cassetti estraibili ed intercambiabili fra pari potenza e servizio (Motor Control Center).

Il grado di protezione è il seguente:

a portelle chiuse ≥ IP 31

a portelle aperte IP 20

Il collegamento dei cavi è previsto dal basso sia per le linee in ingresso, sia per quelle in uscita.

Le sbarre sono in rame nudo non galvanicamente trattato.

Le lamiere interne sono in acciaio galvanicamente trattato, mentre quelle esterne sono verniciate secondo il ciclo di verniciatura indicato al capitolo "Verniciature"

4.1.6 Dati di progetto elettrico

Riferimento a terra del neutro e delle masse:	TT
Tensione nominale d'impiego:	
apparecchiature di potenza:	380 / 220 Vca
apparecchiature di comando:	24 Vca interna
Tensione nominale d'isolamento:	660 Vca
Tensione nominale di prova:	4 kV (2,5 kV per i cavetti di cablaggio)
Numero delle fasi:	3 + N
Frequenza nominale:	50 Hz
Tipo di conduttore:	rame
Sezione minima:	1,5 mm^2
Portata nominale:	≤ 90 % della portata desunta dalle tabelle UNEL
Corrente nominale (con sovra temperature secondo CEI 17-13/1)	
sbarre principali:	1250 A
sbarre secondarie:	630 A
contatti ad innesto:	100 A, o superiore

Correnti di corto circuito:

breve durata nominale: ≥ 50 kA

durata nominale del corto: ≤ 1 s.

Per il coordinamento degli avviatori dei motori si vedano l'elenco delle apparecchiature di ciascun cassetto.

4.1.7 Tipi di cassetti.

I cassetti sono previsti unicamente in esecuzione completamente fissa.

Eccezione a questo, quindi in esecuzione fissa, sono i cassetti:

contenenti l'interruttore generale di quadro.

contenenti le apparecchiature ausiliarie.

contenenti le impedenze d'avviamento.

4.1.8 Accessibilità

I circuiti e le condutture dovranno essere disposte in modo da facilitare la loro manovra, la loro ispezione, la loro manutenzione e l'accesso alle loro connessioni.

4.1.9 Principali caratteristiche costruttive

4.1.9.1 Struttura meccanica del quadro.

Il quadro è di tipo prefabbricato e normalizzato, in esecuzione protetta; esso dovrà risultare facilmente ampliabile senza eseguire adattamenti particolari.

In ogni quadro si possono distinguere:

colonne

vani

cassetti

Ogni colonna comprende:

vano sbarre orizzontali

sbarre orizzontali di fase, di neutro e di terra

vano sbarre verticali

sbarre di fase verticali

sbarra di neutro verticale

sbarra di terra verticale

vano collegamenti interpannellari per circuiti ausiliari; questo vano è utilizzato per realizzare tutte le interconnessioni ausiliarie, quando lo schema impone l'intercollegamento fra i cassetti

isolatori porta sbarre orizzontali

isolatori porta sbarre verticali

vano cavi

traversine per fissaggio cavi

Ogni vano comprende:

reggi sbarre isolante per innesto pinze, con protezioni antinfortunistiche per le sbarre di fase

reggi sbarre isolanti, con protezioni antinfortunistiche per la sbarra di neutro

riparo isolante per la segregazione sbarre verticali

supporto codoli per uscita cavi

morsetti attacco cavi uscita fasi

morsetto attacco cavo uscita neutro

riparo isolante per assicurare la protezione IP 21 sui morsetti d'uscita in qualsiasi posizione del cassetto

morsettiera fissa, per collegamento da campo, a 32 morsetti doppi, con ponte fisso già incluso.

solo per le partenze di tipo "dn" e "yn", morsettiera fissa a 20 morsetti doppi, con ponte fisso già incluso.

blocco meccanico portella

asole nei montanti per consentire l'uscita dei cavi di potenza

separazioni orizzontali fra i cassetti

guida cassetto

montante predisposto per i vari moduli

cerniera per portella cassetto

treccia di messa a terra portella

L'installazione delle colonne che costituiscono i quadri sarà eseguita su telai di base formati da profilati a C per l'allineamento e il fissaggio delle stesse mediante bulloni d'unione.

Detti telai sono provvisti d'adeguate forature per il fissaggio a pavimento.

Ciascuna colonna è dotata di golfari di sollevamento e di travi d'irrigidimento per le operazioni di trasporto.

La segregazione delle zone sopraccitate è tale da assicurare che eventuali corto circuiti in una zona o in una cella non provochino danni nelle celle e zone adiacenti.

Le giunzioni sia delle sbarre principali, sia delle loro derivazioni sono realizzate adottando tutti gli accorgimenti atti ad evitare allentamenti causati dalle vibrazioni e ad assicurare il perfetto contatto delle superfici.

Le sbarre sono ancorate e sostenute mediante l'impiego di setti reggi sbarre in materiale isolante stampato (resina poliestere con fibra di vetro), che assicurano la perfetta tenuta agli sforzi elettrodinamici che potrebbero derivare dalle correnti di corto circuito dell'impianto.

I quadri sono percorsi longitudinalmente da una sbarra di terra in rame, solidamente imbullonata alla struttura metallica.

Tutta la struttura e gli elementi di carpenteria sono francamente collegati fra loro mediante viti speciali, per garantire un buon contatto elettrico fra le parti.

Le porte sono collegate alla struttura metallica tramite trecciole flessibili in conduttore di rame.

La messa a terra degli interruttori in esecuzione sezionabile è assicurata, durante la fase di sezionamento, da una pinza strisciante su un piattino di rame collegato direttamente alla sbarra di terra.

4.1.9.2 Caratteristiche meccaniche delle celle e dei cassetti.

Le celle ed i cassetti hanno portella singola; è gradita la modularità di mezzo cassetto, in modo da limitare il più possibile gli spazi occupati.

Ogni cassetto comprende:

morsetti d'ingresso fasi

morsetti d'uscita fasi

morsetto d'ingresso neutro (ove necessaria)

morsetto d'uscita neutro (ove necessaria)

contattiera circuiti ausiliari a 30 contatti, ovvero almeno 20 solo per le partenze di tipo "dn" e "yn"

contatto di messa a terra

musetto per apparecchiature di comando

I cassetti possono avere i seguenti moduli: 0,5 - 1 - 1,5 - 2 - 2,5 - 3 - 3,5 - superiori.

4.1.9.3 Caratteristiche elettriche dei cassetti

Sono previsti cassetti contenenti avviatori e cassetti contenenti semplicemente l'interruttore a protezione di linea in partenza dal quadro.

È previsto un cassetto per ogni avviatore e uno per ciascuna partenza con interruttore.

Per la quantità complessiva è necessario riferirsi allo schema unifilare, ove sono indicate anche le riserve.

Nei cassetti avviatori sono installati:

n. 1 interruttore automatico magneto termico onnipolare, munito di contatti ausiliari solidali con i poli principali.

n. 1 contattore (coordinato con l'interruttore)

relé ausiliari (per la quantità si vedano gli schemi tipici dei cassetti, allegati)

Sul fronte del cassetto sono installati:

lampade di segnalazione

Il comando dell'interruttore dovrà essere eseguito dall'esterno con manovra montata sulla portella.

Le manovre sono provviste, nella parte superiore, di un settore suddiviso in tre parti per l'indicazione della posizione dell'interruttore: aperto - scattato - chiuso.

Le manovre sono munite di un blocco meccanico così da consentire il sezionamento del cassetto solo ad interruttore aperto.

I contattori sono previsti per la categoria d'impiego AC3.

I cavi sono del tipo FM9 non propaganti la fiamma a norme CEI 20-22 e a bassa emissione di fumi e gas tossici e corrosivi, completi di terminazioni realizzate con capicorda a pressione.

Sotto lo stesso morsetto d'apparecchiatura, sono permesse al massimo due terminazioni, ciascuna con un singolo conduttore, oppure una sola terminazione con conduttore doppio.

La siglatura dei cavi è realizzata con segnalini a tubetto trasparente, indelebili e imperdibili, posti in corrispondenza d'ogni terminazione e recanti la numerazione riportata sugli schemi.

La sezione minima dei cavi di cablaggio è di 2,5 mm^2 per la potenza e di 1,5 mm^2 per i comandi.

I cavi sono contenuti in genere entro idonee canalette in PVC auto estinguente e provviste di coperchio, riempite non oltre il 70 %.

Per l'identificazione della destinazione delle apparecchiature sono previste targhette sulle portelle frontali del quadro; esse dovranno essere in plexiglas inciso o serigrafato, mentre, all'interno del quadro, sono poste targhette indelebili autoadesive.

Codesti collegamenti dovranno essere doppiamente isolati, tramite una calza isolante di tipo flessibile, che li ricopre completamente durante il loro percorso all'interno del cassetto.

Le estremità della calza dovranno essere "riscaldate", in modo che, durante l'uso, non possano verificarsi sfilacciamenti del doppio isolamento.

Altrettanta cura dovrà essere prestata nei passaggi interni dei conduttori tra uno scomparto e l'altro del cassetto dove, al fine di limitare le escoriazioni dell'isolamento, dovranno essere collocati dei brevi tratti di calza isolante di tipo flessibile, di ampio diametro.

È consentito stringere, per mezzo di una fascetta, la calza attorno ai conduttori, perché questi ultimi siano di sezione sovra dimensionata, in modo da limitare il sovra riscaldamento dei conduttori stessi.

4.1.10 Alimentatori ausiliari per interfacce ProfiBUS/PROFINET e schede I/O.

Gli alimentatori dovranno essere della stessa marca delle interfacce ProfiBUS/PROFINET e delle schede I/O.

4.2 Cassette in materiale plastico

4.2.1 Cassette

Le cassette dovranno essere costruite in poli carbonato rinforzato con fibre di vetro.

Esse dovranno essere ad isolamento totale (doppio isolamento), con grado di protezione IP 65.

Le dimensioni dovranno essere modulari, vale a dire una multipla dell'altra, al fine di permettere la più ampia possibilità impiantistica.

L'aspetto esterno dovrà risultare gradevole, con la possibilità di avvicendare o sostituire i coperchi da opachi a trasparenti o viceversa.

L'assemblaggio delle cassette tra loro dovrà avvenire senza l'ausilio di utensili, semplicemente con l'inserimento degli appositi accessori.

Sul fondo delle cassette dovranno essere predisposti un certo numero di punti atti al fissaggio diretto delle apparecchiature, oppure di una piastra di spessore almeno 2 mm.

4.2.2 Struttura

La batteria di cassette, così assiemata dovrà essere fissata alla sommità di un telaio metallico, d'opportuna robustezza, munito di orecchie per il fissaggio diretto a muro e con piedi che arrivano fino a terra.

Il telaio dovrà necessariamente essere costruito in acciaio zincato a caldo dopo lavorazione, tenendo presente di praticare un certo numero di fori in modo che lo zinco possa arrivare in tutti i punti del telaio, esterni ed interni.

L'ultima fila di cassette in basso, sarà sempre adibita a morsettiera e sarà sempre con coperchi opachi.

Tutta la pulsanteria dovrà essere collocata sui coperchi, anche trasparenti; gli strumenti dovranno essere, se non con idoneo grado di protezione, collocati all'interno delle cassette e visibili attraverso i coperchi.

4.2.3 Verniciature

Non sono necessarie verniciature.

4.2.4 Messa a terra.

Tutte le strutture metalliche all'interno dell'AS/ANS e le eventuali armature dei cavi provenienti dal campo, dovranno essere collegati alla rete di terra.

4.3 Quadro/i per automazione.

I quadri per gli AS/ANS dovranno far parte di una serie d'armadi costituenti una piattaforma di componenti comuni, idonea anche per elettronica, trasmissione dati, ecc., con grado di protezione minimo IP 55 e ingombro della struttura di:

Larghezza 600 .. 800 .. 1000 .. 1200 .. 1800 mm.

Altezza 1600 .. 1800 .. 2000 mm.

Profondità: 400 .. 500 .. 600 .. 800 mm.

Armadio componibile per automazione, del tipo a parete o pavimento, avente:

Struttura portante (telaio) di tipo fisso e simmetrico, costituita da montanti a doppia colonna a profilo cavo con foratura a reticolo DIN di 25 mm, ottenuti da calandratura di lamiera d'acciaio di spessore 1,5 mm ripiegata innumerevoli volte, elettro saldati

Telaio, porta, parete posteriore e lamiera del tetto d'acciaio con rivestimento Aluzink, verniciatura esterna secondo quanto indicato nel capitolo "Concetto dei colori", interno non verniciato.

Le parti angolari del profilo sono arrotondate.

Profilo orizzontale con scanalatura aggiuntiva fissata al di sopra della guarnizione.

Profilo verticale con due piani di montaggio per allestimento interno.

Affiancabile da ogni lato.

Porta anteriore realizzata da cornice ottenuta da pressofusione d'alluminio verniciato e lastra di vetro di sicurezza temperato; la porta ha, internamente, n. 4 angolari in pressofusione di zinco e foratura secondo reticolo DIN di 25 mm con guarnizione schiumata di tenuta.

> La lastra di vetro è conforme alla norma UNI 7142 di spessore 3 mm con stampigliatura antiriflesso.

Porta con apertura a destra e con chiusura a cremagliera a 4 punti di fissaggio.

Inserto doppio pettine secondo DIN 436688.

Cerniere fisse e perno, angolo apertura porta 180°, spazio libero dal fondo 25 mm.

Porta posteriore interamente in lamiera d'acciaio di spessore 1,5 mm.

Tetto in lamiera d'acciaio presso piegata di spessore 1,5 mm, fissato alla struttura portante con n. 4 viti.

Fondo in lamiera zincata e cromatata di spessore 3 mm, piegata lateralmente a C e completa di piedini regolabili di plastica a scorrimento in profondità con interassi di fissaggio di 25 mm.

Superficie zincata di tipo conduttivo in grado di poter garantire l'equipotenzialità in fase di montaggio dei componenti, predisposta per il fissaggio di cavetti di collegamento per la messa a terra.

Zoccolo d'altezza 100 mm, con flange apribili.

Traverse di rinforzo di sezione 73x17 mm, o superiore, montate a mezza altezza nella profondità dell'armadio sui montanti della struttura, dotate di fori tondi e quadri con passo 25 mm.

Gli armadi, secondo gli utilizzi, dovranno essere completati con: lamiera di fondo in più parti, traversi, dispositivi d'accoppiamento, serie di sbarre isolate, ventilatori, climatizzatori, ecc., ecc.

Esecuzione EMC (elevata attenuazione HF) certificata da VDE.

4.3.1 Cablaggio

Il sistema di cablaggio, nel caso di strumenti elettronici di processo, dovrà essere del tipo a cavo esteso, con innesto a connettore sullo strumento e allacciamenti delle estremità opposte a morsettiere ubicate all'interno di AS/ANS di smistamento.

Per facilitare la manutenzione degli strumenti, ogni loop di misura o regolazione ed in generale ogni strumento elettrico installato nell'AS/ANS dovrà essere alimentato tramite un individuale sezionatore con fusibili, apribile sotto carico (durante il movimento d'apertura, i fusibili non dovranno essere spostati).

Gli strumenti installati nell'AS/ANS dovranno essere identificati con targhette indicanti la sigla ed il servizio di ciascuno strumento.

Potranno essere impiegati cavi multipli con terminali a connettore per i collegamenti fra gli strumenti a fronte AS/ANS e le unità d'ingresso/uscita relative; i tipi e le caratteristiche dei cavi e connettori dovranno essere concordati di volta in volta.

I cavi per gli strumenti elettronici in ogni caso dovranno essere in accordo con le prescrizioni dei fornitori delle apparecchiature.

Allo scopo di evitare disturbi indotti nei cavi dei segnali a basso livello e per motivi di sicurezza si dovranno separare opportunamente i cavi funzionanti a livello di tensione e corrente.

4.3.2 Messa a terra.

Tutte le strutture metalliche dell'AS/ANS, e le eventuali armature dei cavi provenienti dal campo, dovranno essere collegate alla rete di terra.

La messa a terra potrà essere evitata solo per i contenitori metallici delle apparecchiature elettriche con tensioni relative fino a 25 V se in c.a. e a 50 V se in c.c.

4.3.3 Costruzione dell'AS/ANS

L'AS/ANS dovrà essere atto a contenere tutte le apparecchiature previste.

Le apparecchiature di protezione, comando, potenza saranno installate esclusivamente sui pannelli interni allocati sul fondo dell'AS/ANS, le apparecchiature di comando e la strumentazione saranno installate sulle porte.

Il collegamento tra le porte e l'interno dell'AS/ANS dovrà essere tale da porre i singoli conduttori in sforzo di flessione e non di torsione.

Le sbarre collettrici saranno in acciaio inox 1.4301, ampiamente dimensionate e ammarate, per sopportare le sollecitazioni dovute alle possibili correnti di corto circuito in gioco, senza subire deformazioni o danni agli elementi.

L'isolamento, tra le fasi e tra le fasi e la terra, delle parti attive dei circuiti di potenza ed ausiliari dovrà essere realizzato con materiali isolanti aventi elevate proprietà meccaniche ed elettriche, non igroscopici, auto estinguenti, resistenti alla fiamma e all'arco superficiale, idonei a mantenere nel tempo le proprietà caratteristiche.

Negli attraversamenti delle lamiere metalliche di divisione tra le varie celle, inoltre, i conduttori e/o le sbarrette metalliche dovranno essere non direttamente a contatto con la lamiera, ma dovranno essere muniti di guarnizione in materiale auto estinguente.

I conduttori principali (a tensione piena) che anche con interruttore generale aperto saranno sotto tensione, dovranno essere con isolamento rinforzato (conduttori del tipo FG7OM1).

In ogni caso le caratteristiche dei materiali devono essere come minimo quelle indicate nei seguenti sotto capitoli.

4.4 Dimensionamento apparecchiature all'interno degli AS/ANS.

4.4.1 Materiali isolanti

Tutti i materiali impiegati nella costruzione dei quadri dovranno essere auto estinguenti e non igroscopici.

Le guarnizioni, invece, dovranno essere in gomma siliconica o di materiale avente caratteristiche simili, tali da resistere all'invecchiamento e incrudimento dovuto all'esposizione ai raggi UV.

4.4.2 Sistema di sbarre fino a 250 A

Le sbarre principali, per correnti fino a 250 A dovranno essere in rame con caratteristica forma a " T " che ne conferisce una notevole sovraccaricabilità termica e statica.

Le stesse saranno montate all'interno di un sistema porta sbarre con interasse a 40 mm, completa d'accessori in materiale plastico auto estinguente, rinforzato con fibre di vetro che ne determina un grado di protezione $\geq$ di IP 20.

Le sbarre di rame dovranno essere trattate superficialmente con zincatura elettrolitica.

4.4.3 Adattatori per il montaggio degli apparecchi di protezione direttamente sul sistema sbarre.

Gli apparecchi di protezione dovranno essere montati direttamente sul sistema sbarre tramite opportuni adattatori in materiale plastico auto estinguente aventi, rispettivamente le seguenti larghezze:

72 mm, per correnti nominali fino a 25 A

72 mm, per correnti nominali fino a 40 A

90 mm, per correnti nominali fino a 90 A

4.4.4 Fusibili

Qualora l'utilizzo sia confermato per iscritto dalla Direzione Lavori, i fusibili da utilizzare dovranno essere del tipo ritardato per la protezione dei motori e rapidi per la protezione degli ausiliari.

Le cartucce fusibili, se non diversamente indicato, fino ad un massimo di 63 A (In) dovranno essere del tipo "Diazed" nelle varie grandezze; per intensità di corrente superiore di 63 A (In) si dovrà passare al tipo A.C.R. ovvero NH.

Le basi per i fusibili Diazed dovranno essere munite di coperchio e di dispositivo contro l'allentamento; mentre le basi per i fusibili NH, se non unipolari, dovranno essere muniti di separatore antifiamma.

Dovranno essere preferiti fusibili aventi basse potenze dissipate, al fine di ridurre sia i costi d'esercizio sia il trasferimento all'ambiente del calore dissipato.

I fusibili dovranno essere della stessa marca degli interruttori di protezione motori, dei contattori, dei relé termici e degli inverter a frequenza variabile.

4.4.5 Contattori

Dovranno essere di primaria casa costruttrice, nazionale o estera, purché con ricambi di facile reperibilità e purché della stessa marca dei fusibili (4.4.1), degli interruttori di protezione motori (4.4.6), dei relé termici (4.4.8) e degli inverter a frequenza variabile (4.4.10).

La categoria d'impiego dovrà essere l'AC3 con declassamento minimo del 20 % rispetto a quanto indicato sui cataloghi. Ogni contattore dovrà essere facilmente reperibile per mezzo di targhette in materiale plastico con diciture indelebili poste su di esso e fissate in modo tale che col tempo sia impedita la perdita dovuta a caduta.

Tipo: tripolare, elettromagnetico ad interruzione in aria.

Tensione nominale d'impiego: 400 V

Categoria d'impiego: AC3, con declassamento del 20 %

Servizio nominale: intermittente classe 1, rapporto d'intermittenza 60 %, avviamento corto

Numero di cicli a carico: ≥ 10.000.000

Tensione nominale della bobina di comando: 48 Vca.

Le caratteristiche minime dei contattori sono le seguenti:

DESCRIZIONE	SIGLA	U.M.	SPECIFICAZIONE
Utilizzo	--	--	Avviamento motore
Montaggio entro	--	--	Cassetto / Quadro
Costruttore	--	--	Primaria marca
Tensione nominale	Un	V	690
Corrente nominale (AC3)	In	A	12 .. 25 .. 50 .. 95
Bobina di comando	Un	V	48 Vca
Contatti ausiliari		n.	Ad innesto nella combi-nazione desiderata, sia superiori, sia laterali, con il minimo di 3 NO + 1 NC

DESCRIZIONE	SIGLA	U.M.	SPECIFICAZIONE
Utilizzo	--	--	Avviamento motore
Montaggio entro	--	--	Cassetto / Quadro
Costruttore	--	--	Primaria marca
Tensione nominale	Un	V	690
Corrente nominale	In	A	110 .. 140 .. 170 .. 205
Bobina di comando	Un	V	48 Vca
Contatti ausiliari		n.	Oltre ai 2 L + 2 R di serie, altri ad innesto nella combinazione desiderata, solo laterali

4.4.6 Interruttori automatici specifici per protezione motore

La protezione contro i sovraccarichi e contro il corto circuito dei motori elettrici dovrà essere garantita da interruttori automatici specifici per protezione motore.

Gli interruttori per protezione motore dovranno essere della stessa marca dei fusibili (4.4.1), dei contattori (4.4.5), dei relé termici (4.4.8) e degli inverter a frequenza variabile (4.4.10).

DESCRIZIONE	SIGLA	U.M.	SPECIFICAZIONE
Utilizzo	--	--	partenza motore, fino a 16 A
Montaggio entro	--	--	Cassetto / Quadro
Costruttore	--	--	Primaria marca
Tipo	--	--	Compatto, grandezza 0

Tensione nominale	Un	V	690
Corrente nominale	In	A	0,4 .. 0,63 .. 1 .. 1,6 .. 2,5 .. 4 .. 6,3 .. 8 .. 10 .. 12,5
Campo di taratura relé termici (a 35 °C)	It	A	80 .. 100 %
Campo di taratura relé magnetici (a 35 °C)	Im	A	11 volte In
Potere d'interruzione nominale a 400 Vca	Icu	kA	50
Potere d'interruzione nominale a 400 Vca	Ics	kA	50 % di Icu

DESCRIZIONE	SIGLA	U.M.	SPECIFICAZIONE
Utilizzo	--	--	partenza motore, oltre 16,1 A e fino a 45 A
Montaggio entro	--	--	Cassetto / Quadro
Costruttore	--	--	Primaria marca
Tipo	--	--	Compatto, grandezza 2
Tensione nominale	Un	V	690
Corrente nominale	In	A	16 .. 25 .. 32 .. 45
Campo di taratura relé termici (a 35 °C)	It	A	80 .. 100 %
Campo di taratura relé magnetici (a 35 °C)	Im	A	11 volte In
Potere d'interruzione nominale a 400 Vca	Icu	kA	50
Potere d'interruzione nominale a 400 Vca	Ics	kA	50 % di Icu

DESCRIZIONE	SIGLA	U.M.	SPECIFICAZIONE
Utilizzo	--	--	partenza motore, oltre 45,1 A e fino a 90 A
Montaggio entro	--	--	Cassetto / Quadro
Costruttore	--	--	Primaria marca
Tipo	--	--	Compatto, grandezza 3
Tensione nominale	Un	V	690
Corrente nominale	In	A	63 .. 90
Campo di taratura relé termici (a 35 °C)	It	A	80 .. 100 %
Campo di taratura relé magnetici (a 35 °C)	Im	A	11 volte In
Potere d'interruzione nominale a 400 Vca	Icu	kA	100
Potere d'interruzione nominale a 400 Vca	Ics	kA	50 % di Icu

DESCRIZIONE	SIGLA	U.M.	SPECIFICAZIONE
Utilizzo	--	--	Partenza linea, fino a 63 A
Montaggio entro	--	--	Cella / Quadro
Costruttore	--	--	Primaria marca
Tipo	--	--	Modulare
Tensione nominale	Un	V	400
Corrente nominale	In	A	6 .. 10 .. 16 .. 25 .. 32 .. 40 .. 50 .. 63
Campo di taratura relé termici (a 35 °C)	It	A	Uguale a In
Campo di taratura relé magnetici (a 35 °C)	Im	A	8 volte In
Potere d'interruzione nominale a 400 Vca	Icu	kA	15

DESCRIZIONE	SIGLA	U.M.	SPECIFICAZIONE
Potere d'interruzione nominale a 400 Vca	Ics	kA	100 % di Icu
Campo di taratura relé differenziale	Id	A	0,03

DESCRIZIONE	SIGLA	U.M.	SPECIFICAZIONE
Utilizzo	--	--	Arrivo linea, fino a 160 A
Montaggio entro	--	--	Cella / Quadro
Costruttore	--	--	Primaria marca
Tipo	--	--	IMS con poli a doppia interruzione
Corrente nominale	In	A	160
Campo di taratura relé termici (a 35 °C)	It	A	Non presenti
Campo di taratura relé magnetici (a 35 °C)	Im	A	Non presenti

4.4.7 Interruttori automatici e non per quadri servizi ausiliari

Le caratteristiche minime di ciascun tipo d'interruttore utilizzato sono descritte nelle tabelle che seguono:

DESCRIZIONE	SIGLA	U.M.	SPECIFICAZIONE
Utilizzo	--	--	Partenza linea, fino a 63 A
Montaggio entro	--	--	Cella
Tensione nominale	Un	V	400
Corrente nominale	In	A	6 .. 10 .. 16 .. 25 .. 32 .. 40 .. 50 .. 63
Campo di taratura relé termici (a 35 °C)	It	A	Uguale a In
Campo di taratura relé magnetici (a 35 °C)	Im	A	8 volte In
Potere d'interruzione nominale a 400 Vca	Icu	kA	15
Potere d'interruzione nominale a 400 Vca	Ics	kA	100 % di Icu
Campo di taratura relé differenziale	Id	A	0,03

DESCRIZIONE	SIGLA	U.M.	SPECIFICAZIONE
Utilizzo	--	--	Arrivo linea, fino a 160 A
Montaggio entro	--	--	Cella
Costruttore	--	--	--
Tipo	--	--	--
Tensione nominale	Un	V	-
Corrente nominale	In	A	160
Campo di taratura relé termici (a 35 °C)	It	A	Non presenti
Campo di taratura relé magnetici (a 35 °C)	Im	A	Non presenti

Potere d'interruzione nominale a 415 Vca	Icu	kA	-

4.4.8 Relé termico

Qualora non sia tecnicamente possibile utilizzare interruttori automatici specifici per protezione motore, dovranno essere utilizzati relé termici del tipo elettronico muniti di sistema di compensazione termica automatica e di protezione differenziale per squilibrio di fase, entrambi con tempi brevi d'intervento; i valori di taratura potranno essere sia in percentuale del valore di fondo scala, sia in valore assoluto.

Dovranno essere della stessa casa costruttrice dei contattori, coordinati con essi e con i dispositivi di protezione per corto circuito, secondo i consigli della casa costruttrice.

L'allacciamento al proprio contattore dovrà essere rigida e non sopportante il peso del relé termico.

4.4.9 Avviamento di motori tramite Soft Start.

Nel caso in cui sarà necessario utilizzare apparecchiature elettroniche soft start, esse dovranno essere della stessa marca dei fusibili (4.4.1), dei contattori (4.4.5), degli interruttori di protezione motori (4.4.6) e degli Inverter a Frequenza Variabile (sotto indicati).

La corrente nominale dell'apparecchio a 55 °C dovrà essere pari o superiore alla corrente nominale del motore da avviare.

4.4.10 Inverter a Frequenza Variabile (IFV)

Gli inverter a frequenza variabile dovranno essere della stessa marca dei fusibili (4.4.1), dei contattori (4.4.5), degli interruttori di protezione motori (4.4.6) e dei relé termici (4.4.8).

Essi devono essere con tecnologia IGBT, con coppia costante in contenitore per montaggio a parete, idonei per potenze da 0,12 fino a 75 kW (della stessa serie) da 0 a 200 Hz senza la necessità di retro azione, da collocare a parete, avente:

Funzionamento continuo	tra -10 e +50 °C
Tensione d'ingresso	380 / 480 V, 3 F $\pm$ 10 %
Filtro integrato	in classe A
Fattore di potenza	≥ a cos φ 0,95 (al carico nominale)
Efficienza tipica del	96 % o superiore
Bobina di commutazione di rete	Presente, se necessaria
Raffreddamento	forzato, interno
Involucro di contenimento	IP 20
Frequenza d'uscita	da 0 a 200 Hz
Risoluzione di frequenza	0,01 Hz
Capacità di sovraccarico	200 % per 3" ogni 300". 50 % per 60" ogni 5"
Ingressi digitali	n. 6 PNP o NPN, parametrizzabili
Uscite digitali	n. 3 a relé, parametrizzabili

Ingressi analogici potenziometro	n. 2, parametrizzabili in tensione o in corrente, di cui uno collegabile anche a
Uscite analogiche	n. 2, parametrizzabili in corrente
Sensore PTC su motore	collegabile a specifico ingresso
Scheda di rete	ProfiBUS.

Protezione elettrica totale del motore comandato, tramite protezione da sovraccarico motore, sovra corrente, corto circuito all'avviamento, guasto a terra, fase mancante motore, controllo temperatura motore.

Tastiera di comunicazione di facile utilizzo, con display LCD, grado di protezione IP 65, con display alfa numerico per la visualizzazione di tre parametri contemporanei.

4.4.11 Amperometro e voltmetro analogico

Dovranno essere del tipo elettromagnetico (se per corrente alternata) oppure del tipo magneto elettrico (se per corrente continua).

Il voltmetro dovrà avere fondo scala 500 V (se per c.a.), oppure 50/150/300 V (se per c.c.).

Gli amperometri dovranno essere con scala ristretta con valore di fondo scala di 5 A (In) solo se inseriti su circuiti in cui avvengono normalmente repentini sbalzi del valore misurato, altrimenti dovranno essere con fondo scala normale secondo l'intensità di corrente e in ogni caso inseriti tramite riduttore d'adeguata prestazione.

4.4.12 Analizzatore d'energia da quadro

Deve essere del tipo elettronico, in grado di elaborare fino a 100 grandezze elettriche, compresa la potenza media ogni 15 minuti e visualizzazione delle potenze medie calcolate.

Lo strumento dovrà avere alimentazione 115 / 230 Vca con incertezza di misura del 0,1 % (1 digit).

All'interno dell'apparecchio so no impostabili fino a otto contatori per energia attiva e reattiva, con mantenimento dei dati in caso di mancanza di tensione.

La visualizzazione dei dati avviene tramite un display su due righe, del tipo ad elevato contrasto; le grandezze visualizzabili, se diverse da quelle standard, sono impostabili direttamente tramite la tastiera dell'apparecchio.

Ciascuno strumento dovrà essere comprensivo di porta seriale con protocollo ModBUS RTU o ProfiBUS, già cablata; attraverso la porta di comunicazione potrà essere possibile la visualizzazione dei parametri di configurazione dell'apparecchio.

Il cablaggio in serie delle porte di comunicazione degli analizzatori deve essere portata a morsettiera.

4.4.13 Trasformatori di corrente

I trasformatori di corrente potranno essere sia del tipo a primario avvolto, sia del tipo a barra passante, secondo l'inserimento e del tipo d'utilizzo; essi dovranno in ogni caso essere con classe di precisione coordinata con gli strumenti indicatori e/o gli amplificatori elettronici inseriti lungo il circuito derivato a valle dei morsetti secondari.

Tutti i trasformatori dovranno essere fissati o sul pannello interno dell'AS/ANS, oppure sulla sbarra ove sono inseriti, mai appesi al cavo.

4.4.14 Alimentatori stabilizzati ridondati.

Gli alimentatori stabilizzati, atti alla generazione della 24 Vcc, saranno collegati a coppia in configurazione ridondata, essi dovranno essere in robusto contenitore a ventilazione naturale e avranno:

Ingresso 230 Vca +/- 15 %

Uscita 24 Vcc stabilizzata 10 A, oppure 25 A, oppure 40 A

Trasformatore d'isolamento in ingresso e regolazione chopper a IGBT, con frequenza di lavoro 28 kHz

Possibilità di collegamento in parallelo ridondato e possibilità di sostituzione di un alimentatore senza togliere tensione all'impianto.

4.4.15 Illuminazione e presa di servizio all'interno del quadro.

All'interno del quadro AS / ANS, per ciascuna anta di larghezza fino a 800 mm, deve essere sempre previsto un apparecchio illuminante di potenza 14 W munito d'interruttore d'accensione e di presa di servizio; per ante di larghezza superiore dovranno essere previsti due apparecchi illuminanti per ciascuna anta.

La lampada, del tipo fluorescente, dovrà essere coperta da apposito schermo prismatizzato.

Il cablaggio, derivato a monte dell'interruttore generale dovrà essere eseguito con cavi multipolari aventi guaina esterna di colore arancio.

4.4.16 Conta ore

Essi, quando richiesti, dovranno avere l'indicazione frontale digitale con cifra decimale e non meno di quattro cifre intere non resettabili e con segnalino indicante se il conta ore è o non è in marcia.

4.4.17 Pulsanti - selettori - portalampada

Essi dovranno soddisfare, oltre che ad esigenze tecniche proprie quali per esempio: portata, tipo di contatto, robustezza, qualità del materiale e grado di protezione, anche esigenze estetiche.

Il modello, quindi, dovrà essere scelto in funzione di queste esigenze in modo da dare all'assieme dell'AS/ANS particolari caratteristiche estetiche.

La loro disposizione sul fronte dell'AS/ANS dovrà essere basata su criteri ergonomici e di praticità e, in ogni caso, preventivamente concordata con la Direzione Lavori.

4.4.18 Lampade di segnalazione a LED

Potenza: 0,25 W a 24 V

Tensione nominale al portalampada: 24 Vca, con collegamento tra una fase e il centrale del trasformatore ausiliario

24 Vcc derivata dall'alimentatore

I portalampada hanno attacco a baionetta BA 9s, con coppetta di vetro o plastica colorata e dotate di feritoie di ventilazione.

4.4.19 Relé ausiliari

Tipo di servizio: continuo

Tensione d'alimentazione della bobina: 48 Vca

Numero e funzione dei contatti: secondo schema, normalmente pari a 4 CO

Portata contatti: 6 A

Potere d'interruzione (L/R = 40 ms): 0,5 A c.a.

Durata elettrica dei contatti (n. manovre al potere d'interruzione): $\geq 10^5$

Durata meccanica (n. manovre): 10^6

4.4.20 Morsettiere

Le morsettiere dovranno essere in materiale non igroscopico, assicurante nel tempo ottime qualità di isolamento; esse dovranno risultare facilmente componibili e facilmente estraibili, senza dover spostare i morsetti adiacenti.

Ogni morsetto dovrà essere numerato con segnalini da applicare a pressione, con diciture indelebili.

La sezione minima dei singoli morsetti dovrà essere 2,5 mm^2 per i circuiti ausiliari e 4 mm^2 per gli altri; i morsetti dovranno essere muniti di dispositivo contro l'allentamento accidentale del filo.

Le morsettiere dovranno essere previste in posizione facilmente accessibile e a conveniente distanza dalle strutture periferiche e dalle apparecchiature interne dell'AS/ANS per facilitare il collegamento dei cavi afferenti.

I morsetti sono muniti di dispositivo contro l'allentamento accidentale del filo.

Le morsettiere di ciascuna utenza devono tassativamente essere singolarmente protette con schermo o cuffia o analogo, al fine di prevenire contatti accidentali con gli attrezzi degli operatori; ciò significa che non è sufficiente il grado di protezione IP 20 per le morsettiere con tensione superiore a 50 V, verso terra, ma che è richiesta una protezione aggiuntiva.

Normalmente per le morsettiere ci si dovrà attenere alla suddivisione sotto indicata:

a) cavi per segnali 4 ÷ 20 mA cc, d'alimentazione di strumenti elettronici

b) cavi per circuiti a corrente alternata o continua;

c) cavi per segnali in frequenza;

d) cavi per correnti continue riguardanti sistemi a logiche statiche.

Per il numero di riserve da prevedere per quanto riguarda:

- le alimentazioni
- le morsettiere elettriche
- i connettori

Essi non dovranno essere inferiori al 20 % del totale richiesto.

I morsetti delle morsettiere saranno accettati solo se di costruzione Phoenix o Weidmuller.

4.4.21 Cablaggio elettrico

Il cablaggio elettrico dell'AS/ANS dovrà essere conforme alle prescrizioni delle Norme CEI applicabili.

Tutti i collegamenti elettrici dovranno essere identificati con la stessa numerazione riportata sugli strumentogrammi relativi.

Lo spazio da riservare sul fronte e all'interno dell'AS/ANS per l'eventuale installazione futura di nuovi strumenti dovrà essere almeno il 20 % dello spazio complessivo.

Dimensionamento della canalina di PVC auto estinguente con un grado di riempimento non superiore al 70 %

Sezione minima della sbarra di terra interna di sezione non inferiore a 100 mm^2

Particolare cura dovrà essere posta nei collegamenti dei secondari dei trasformatori riduttori al fine di evitare grosse perdite nei conduttori.

5 Strumentazione

5.1 Note generali

L'Installatore dovrà, con la più aggiornata tecnica impiantistica, eseguire a regola d'arte l'impianto strumentale, consegnandolo alla Committente funzionale e funzionante, come sotto indicato:

- Realizzazione di tutti i collegamenti elettrici, pneumatici e idraulici degli strumenti.
- Taratura ed allineamento degli strumenti in campo ed a quadro secondo i dati forniti dai documenti di progetto costruttivo.
- Tutto l'impianto di strumentazione dovrà essere realizzato con passerelle e conduit separati da quelli necessari per l'impianto luce e FM.
- Questo criterio dovrà essere rispettato anche negli attraversamenti e nei cunicoli presenti nelle varie planimetrie.
- I cavi di strumentazione dovranno avere un percorso separato dai cavi di potenza.
- Tutte le passerelle dovranno essere coperte con relativo coperchio.
- Ogni conduit a vista, passerella o strumento dovrà poter essere montato e/o smontato senza che questo comporti il danneggiamento dello stesso o di altra parte dell'impianto.
- La manovra, le verifiche e la normale manutenzione di tutti gli strumenti o apparecchiature elettro - pneumatiche dovranno essere possibile senza l'uso di mezzi ausiliari (scale, ecc.) e non essere impedita da altre parti di impianto; gli strumenti dovranno essere ubicati in zone sicure per l'operatore.
- Montaggio dei quadri, delle cassette e di tutti gli altri accessori necessari per una esecuzione a regola d'arte dell'impianto stesso.
- Tutti i tubi o passerelle porta conduttori in vista dovranno essere fissati in modo sicuro, con graffette e supporti.
- Per fissaggio degli stessi su pareti in muratura non sarà permesso l'uso di tasselli a sparo.
- Tutti i tubi posati nelle strutture murarie dovranno essere installati prima della gettata.
- Non saranno permesse scanalature nei manufatti.
- Tutti i conduttori e le linee di alimentazione dovranno essere identificabili nei quadri, negli incroci e/o nelle derivazioni di percorso e sull'utilizzatore.
- Tutte le linee di alimentazione dovranno essere posate rispettando le prescrizioni consigliate dai fornitori degli stessi.
- I tubi porta cavi dovranno avere percorso più diritto possibile e le eventuali curve dovranno essere le più ampie possibili o saranno installate curve apribili.
- I porta conduttori dovranno essere lavorati a perfetta regola d'arte sbavati alle estremità, tagliati a squadra, filettati con 7 filetti per parte, ecc.
- Tutti gli strumenti, quadri locali e cassette di smistamento dovranno essere messi a terra tramite le piastrine già predisposte per l'impianto elettrico.
- Ogni connessione sarà effettuata in modo da assicurare il contatto stabile e meccanicamente solido; pertanto si raccomanda l'uso di connettori a compressione e morsettiera adeguata.
- Tutte le passerelle poste in verticale dovranno essere coperte per un'altezza di 2.500 mm da piano camminamento.
- Non sono ammessi collegamenti elettrici o pneumatici sulle passerelle.
- Ove si presentasse la necessità, dovranno essere installate cassette di derivazione.
- Le cassette di distribuzione elettriche dovranno avere l'ingresso cavi dal basso e l'uscita laterale.

- Per il cablaggio delle cassette di distribuzione elettriche dovranno essere previste delle canalette di smistamento cavi (sia in ingresso che in uscita) prima che questi si colleghino a morsettiera.
- Tutte le morsettiere delle cassette pneumatiche ed elettriche dovranno essere opportunamente numerate.
- Tutti i tubi o fili collegati alle morsettiere (elettriche o pneumatiche) delle cassette dovranno essere numerati nel modo seguente:
    - tubo o filo in arrivo n° di morsetto e n di cavo;
    - tubo o filo in partenza n° di morsetto e denominazione dell'apparecchiatura o strumento collegato.

5.2 Installazione, montaggio e collegamento della strumentazione

5.3 Cassette di derivazione per strumentazione

Le cassette di derivazione per i segnali di misura, tutte in esecuzione EMC certificata da VDE, potranno essere delle seguenti tipologie:

Per giunzione fino a 24 morsetti, del tipo a parete

Per giunzione da 25 fino a 96 morsetti, del tipo a parete

Le superfici metalliche delle cassette di giunzione dovranno essere adeguatamente protette contro la corrosione tramite un ciclo di trattamento chimico e successiva verniciatura avente dei requisiti ben determinati e di ottima qualità.

5.3.1 Piccola cassetta di derivazione del tipo a parete

Cassetta di giunzione EMC del tipo a parete, per il contenimento di un massimo di 24 morsetti di dimensioni circa 380 x 380 mm, profondità 210 mm e con grado di protezione minimo IP 55.

Cassetta di tipo compatto, in lamiera d'acciaio con superficie in Aluzink e verniciatura esterna a polveri in tinta RAL 7030, completa di:

- Guida di fissaggio TS35
- Due morsetti doppi di terra, isolati, sezione 4 mm^2
- Tredici morsetti doppi, isolati, sezione 2,5 mm^2
- Un pressa cavo EMC per cavo di diametro 19 .. 28 mm, passo PG
- Dodici pressa cavi EMC per cavo di diametro 10 .. 14 mm, passo PG
- Sistema di chiusura secondo quanto indicato nel capitolo "Sistemi di chiusura centralizzata"
- Targhetta con i dati identificativi

Per il trattamento delle superfici esterne, si veda il capitolo "Trattamenti superficiali".

5.3.2 Media cassetta di derivazione del tipo a parete

Cassetta di derivazione del tipo a parete, come la precedente, per il contenimento di un massimo di 96 morsetti, di dimensioni circa 600 x 380 mm, profondità 210 mm e con grado di protezione minimo IP 55.

Cassetta completa di:

- Guida di fissaggio TS35.

- Quattro morsetti doppi di terra, isolati, sezione 4 mm^2 .
- Cinquanta morsetti doppi, isolati, sezione 2,5 mm^2 .
- Quattro pressa cavi EMC per cavo di diametro 19 .. 28 mm, passo PG.
- Fino a quarantotto pressa cavi EMC per cavo di diametro 10 .. 14 mm, passo PG.
- Sistema di chiusura secondo quanto indicato nel capitolo "Sistemi di chiusura centralizzata"
- Targhetta con i dati identificativi

Per il trattamento delle superfici esterne, si veda il capitolo "Trattamenti superficiali".

5.3.3 Cassette contenitori per sistemi BUS

Le cassette di contenimento per sistemi BUS, solo per montaggio a parete e solo in acciaio inox 1.4301, dovranno essere delle dimensioni di 600 x 200 mm, profondità 123 mm circa e con grado di protezione minimo IP 66.

Le cassette dovranno essere complete di pressa cavi EMC inox, passo PG e sistema di chiusura secondo quanto indicato nel capitolo "Sistemi di chiusura centralizzata".

5.3.4 Cassette per derivazione sistema ProfiBUS PA e ProfiBUS DP

Tutte le derivazioni delle reti ProfiBUS PA e/o DP verso componenti in campo e/o verso componenti contenuti all'interno di quadri elettrici dovranno essere realizzati tramite l'utilizzo di connettori a "T" pre cablati contenuti in cassette di derivazione in acciaio inox.

Le cassette di derivazione dovranno essere modulari in modo che possono essere utilizzate per il collegamento di 1 - 2 - 4 - 8 nodi ProfiBUS.

Questi elementi di derivazione presenteranno le seguenti caratteristiche:

- custodia in AISI 316L
- grado di protezione IP 66
- temperatura di funzionamento da -40 °C a +85 °C
- n° 2 pressa cavi EMC in ottone nichelato per ingresso ed uscita linea ProfiBUS principale
- n° 1 - 8 connettori M12 per collegamento ProfiBUS apparecchiatura in campo
- collegamento di terra all'esterno
- elemento di compensazione della pressione
- elemento di protezione contro le sovratensioni

Questa tipologia di derivazione garantirà la continuità di funzionamento delle reti ProfiBUS anche in caso di interventi su uno o più nodi della rete.

Ogni cassetta di derivazione dovrà essere dotata di 1 - 2 - 4 - 8 connettori ProfiBUS tipo M12 pre cablati per il collegamento delle apparecchiature in campo e/o entro quadro elettrico.

La lunghezza del cavo pre-cablato al connettore avrà una lunghezza massima di 10 m.

Il connettore presenterà le seguenti caratteristiche:

- n° poli 4
- tipo di connessione schermata
- area di connessione 0,75 mm²

– testa di collegamento	M 12
– superficie dei contatti	Cu Zn Au
– grado di protezione	IP 67
– materiale della custodia	Cu Zn nichelato
– infiammabilità secondo UL-94	V-2
– campo di temperatura	-25 °C … +85 °C
– tensione nominale	125 Vac / 150 Vcc
– corrente nominale	3 A

Quando questo tipo di elemento di derivazione sarà utilizzato per il collegamento del nodo terminale della linea ProfiBUS, la cassetta dovrà essere completa del terminatore di linea ProfiBUS pre cablato e già accoppiato con la stessa.

5.3.5 Pressa cavi

Per i contenuti di questo sotto capitolo si veda il capitolo "Sistemi di supporto dei cavi"

6 Sistema centralizzato di controllo con PLC

6.1 Premessa

Il sistema dovrà realizzare il monitoraggio, il controllo, la visualizzazione di allarmi, di record e di trend per tutti gli input/output assegnati al sistema, come descritti nel seguito.

Il sistema risponderà alle caratteristiche di un'architettura aperta basata su tecnologia standard, incluso il protocollo di comunicazione digitale HART.

Ogni processore del sistema dovrà essere un'unità configurabile, programmata con l'adozione delle più evolute applicazioni software per eseguire task specifici.

Ogni processore utilizzerà un set di periferiche dedicate per realizzare i task assegnati.

6.2 Requisiti funzionali

6.2.1 Qualificazione del Fornitore

Il Fornitore ed i suoi sub-fornitori dovranno avere un'esperienza consolidata di almeno due anni in progetti similari, sia come tipologia sia come dimensioni.

Il Fornitore dovrà essere in grado di fornire una lista di referenze che contenga la lista dei progetti eseguiti nel settore ecologia, con specificati gli indirizzi e nomi dei contatti per una possibile verifica.

6.2.2 Specifiche di progetto

Le funzioni di controllo e di informazione dovranno essere distribuite tra tutte le stazioni indipendenti, direttamente connessi ad una rete ad alta velocità e con le seguenti caratteristiche:

- Ogni tipo di stazione dovrà essere configurabile, modificabile, soggetto a manutenzione o rimosso dalla rete senza che l'operazione influisca sulle altre stazioni.
- La perdita di dati è ammessa solamente qualora una stazione sia soggetto a manutenzione o rimosso dalla rete.
- Ogni stazione potrà essere collocato fisicamente in qualsiasi parte dell'impianto.
- Ogni funzionalità potrà essere espansa aggiungendo stazioni, senza che ciò influisca sulle stazioni operative.
- L'aggiornamento dei dati dovrà avvenire ad intervalli regolari, indipendentemente dalle condizioni di processo e dalle attività dell'operatore.
- Tutte le variabili di processo sono scansite onde verificare gli eventuali stati di allarme e per trasmettere in broadcasting i valori a tutti i monitor.
- Le comunicazioni sulla rete di processo dovranno essere trasparenti a tutti i livelli di utente. I dati dovranno essere disponibili per visualizzazione, calcolo e quando richiesto da programmi di controllo, senza riferimento alle stazioni di origine e senza che siano necessarie particolari procedure di richiamo.
- Tutti i dati di processo dovranno essere disponibili in una rete di informazione di tipo aperta.
- Questa rete avrà una velocità di 100 Megabit per secondo, dovrà essere fault tolerant ed utilizzerà standard industriale.

- Le funzioni di configurazione del software applicativo non influiranno sulle stazioni del sistema, ad eccezione delle operazioni di configurazione del controllore. Le funzioni di configurazione del software applicativo includono compilazione, utility, software gestionale e salvataggio tipicamente richieste per configurare ogni stazione del sistema.
- Come caratteristiche minime, la rete dovrà essere completamente compatibile con il protocollo Ethernet IEEE 802.3 e con il protocollo TCP/IP, con lo scopo di realizzare connessioni tra le stazioni ingegneria e operatore e le CPU.
- Le caratteristiche minime della rete includono connessione RS-485 per l'interfaccia tra il sistema ed il PLC, gli RTU ed altre realizzazioni di controllo dedicate.

6.3 Espandibilità

Il sistema di controllo distribuito potrà essere ampliato oltre il sistema base aggiungendo stazioni alla rete.

L'aggiunta di stazioni e di nuove funzioni non condizionerà l'operatività delle funzioni, né provocherà il degrado delle prestazioni del sistema.

L'espansione potrà essere eseguita, su richiesta, per le seguenti possibilità:

- Aggiunta di input/output.
- Aggiunta di moduli I/O locali.
- Aggiunta di moduli I/O remoti.
- Aggiunta di PLC.
- Aggiunta di stazioni operatore ed ingegneria.
- Aggiunta di periferiche – stampanti, monitor, ecc.
- Aggiunta di loop di controllo.
- Aggiunta di controllo sequenziale con tabelle a matrice di sequenze o logica booleana.
- Aggiunta di funzioni di acquisizione dati come allarmi, logging, calcolo prestazioni, monitoraggio ambientale, visualizzazione in formato grafico, rapporti di sequenze o eventi e raccolta di dati storici.

Il Fornitore renderà note le limitazioni globali del sistema in termini di I/O totali, prestazioni in condizioni operative e numero di stazioni.

Il Fornitore assicurerà che le espansioni descritte in questo paragrafo dovranno essere implementate con hardware e software identico a quello utilizzato per il sistema di base in modo da garantire la totale compatibilità con il sistema pregresso.

6.4 Affidabilità e disponibilità

Il sistema di controllo di processo e gestione delle informazioni dovrà essere realizzato per operare all'interno di un impianto di depurazione delle acque reflue e dovrà garantire un alto livello di affidabilità. Inoltre saranno preferibili sistemi con componenti ad alta disponibilità.

Per questo, il Fornitore dovrà realizzare i seguenti obiettivi:

6.4.1 Minimizzazione della frequenza dei guasti

L'hardware dovrà essere realizzato con tecnologia allo stato dell'arte e installato con idonee protezioni per essere compatibile con l'ambiente di lavoro.

Il Fornitore verificherà le condizioni di temperatura e umidità limite compatibili con il sistema.

Le apparecchiature critiche dovranno essere realizzate in modo da accettare due alimentazioni elettriche indipendenti. .

Il Fornitore dovrà essere certificato in conformità alla norma ISO 9001 ed aver realizzato un programma esteso di assicurazione della qualità.

Il sistema realizzato dovrà pertanto essere rigorosamente testato secondo questa norma, inoltre nella sua proposta il Fornitore dovrà includere i dettagli riguardanti la certificazione ed il programma di qualità.

6.4.2 Minimizzazione delle conseguenze dei guasti

L'architettura di controllo distribuito che viene proposta dovrà garantire la minimizzazione delle conseguenze dei guasti.

Il sistema dovrà quindi essere progettato in modo che i guasti di una stazione non ricadano su altre stazioni del sistema.

6.4.3 Minimizzazione della durata dei guasti

La durata di ogni guasto dovrà essere minimizzata grazie alle potenzialità di diagnostica rapida dei problema ed alla conseguente minimizzazione dei tempi richiesti per realizzare i rimedi.

Il sistema fornirà una rappresentazione grafica delle funzioni di diagnostica.

6.5 Manutenibilità

L'utilizzo di una tecnologia commerciale massimizzerà le possibilità di manutenzione del sistema.

Il Fornitore fornirà una lista delle schede, degli alimentatori e dei connettori utilizzati dal sistema.

I moduli I/O dovranno essere sostituibili senza escludere l'alimentazione.

Le procedure di manutenzione del sistema dovranno essere semplici, comprensibili e ben documentate.

Gli strumenti software necessari per mantenere, espandere, riconfigurare e ricaricare il sistema dovranno essere forniti come parte del software della stazione di sviluppo.

6.6 Sicurezza

Dovranno essere fornite metodologie per limitare l'accesso alle funzioni, a seconda del software installato nelle single stazioni.

All'interno dei singoli moduli, le funzioni critiche quali inserimento di valore, modifica dello status, ecc. dovranno essere abilitate o disabilitate attraverso uno schema protetto che prevede l'identificazione con user e password.

La sicurezza dovrà essere definita nella configurazione di ogni stazione e, una volta abilitata, dovrà essere attiva fino ad una nuova modifica di configurazione.

La configurazione di ogni stazione dovrà essere eseguita dalla stazione ingegneria.

Ad ogni tentativo di accesso alle funzioni protette dovrà essere visualizzato un messaggio di errore.

6.7 Documentazione

Dovranno essere forniti quattro set di documentazione.

La documentazione includerà i risultati di tutti i test, inclusi i test presso il fornitore e di accettazione in situ.

Due set di documentazione operativa ed ingegneria dovranno essere forniti per l'intero sistema di controllo (hardware e software), incluse tutte le apparecchiature acquistate da fornitori terzi.

Ogni set di documentazione includerà tutti i manuali operativi e di manutenzione.

Una copia elettronica della documentazione operativa e di manutenzione dovrà essere acclusa al sistema.

6.8 Variabili di processo

6.8.1 Tipologie di Input e di Output

Il sistema di controllo distribuito dovrà essere in grado di eseguire lo scanning e di processare le seguenti tipologie di input e di output dal controllore:

Input Digitali:

- Input Digitali Standard
- Sequenze di eventi
- Impulsi

Input analogici:

- Termocoppie
- RTD
- Milliampere DC
- Millivolt DC
- Volt DC

Output digitali:

- Uscite a transistor
- Uscite a relé

Interfacce seriali:

- Modbus RTU
- PLC

Le schede di A/O del DCS supporteranno l'alimentazione fino a 16 Vcc per:

- Trasmettitori Smart
- Digital Valve Controllers

6.9 Identificazione dei punti

Ogni variabile di processo dovrà essere definita con un'identificazione unica, costituita da 16 caratteri alfanumerici.

Tali dati consentiranno di identificare le variabili nei rapporti e nelle rappresentazioni grafiche.

6.10 Funzioni di scansione

I controllori di processo eseguiranno una scansione continua del processo e di tutti i punti descritti precedentemente.

Le informazioni dovranno essere convertite in unità ingegneristiche e salvate in memoria dove dovranno essere rese disponibili per ogni utilizzo, per la programmazione del sistema o per la trasmissione di dati del sistema.

Ogni valore dovrà essere accessibile richiamandolo con il nome della variabile di processo.

6.10.1 Input analogici convenzionali

Tutti gli input analogici convenzionali dovranno essere scansionati con una frequenza minima di una scansione per secondo.

Gli input analogici devono essere convertiti dal controllore in unità ingegneristiche in ogni ciclo di scansione.

Ulteriori funzioni, quali conversioni quadratiche, esponenziali e logaritmiche, dovranno essere disponibili.

6.10.2 Input discreti convenzionali

Tutti gli input discreti dovranno essere scansionati con una frequenza minima di una scansione per secondo; gli input utilizzati nelle logiche di controllo dovranno essere scansionati ogni ciclo di loop.

6.10.3 Sequenze di eventi

Le modifiche di stato nelle sequenze di eventi dovranno essere registrate, correlate e salvate con una risoluzione tipica di un millisecondo ma negli altri casi può essere maggiore di 1 o 1,5 millisecondi.

Ogni input di sequenza di eventi dovrà avere la possibilità di vedersi assegnato un ritardo per compensare le caratteristiche di ritardo della trasmissione o dello strumento di processo.

Per ogni input, l'ingegnere di processo avrà la possibilità di scegliere quale sequenza di eventi predisporre contatti aperti, chiusi o entrambi.

Le funzionalità delle sequenze di eventi dovranno essere integrate al sistema di controllo di processo e di gestione delle informazioni.

Gli input delle sequenze di eventi dovranno essere anche utilizzabili come qualsiasi altro input digitale (acquisizione dati, allarmi) senza la necessità di duplicare i cablaggi.

6.10.4 Ingresso a impulsi

Gli impulsi dovranno essere letti, convertiti in unità ingegneristiche e salvati periodicamente.

La frequenza degli impulsi leggibile varierà tra 0 e 10 kHz.

6.10.5 Valori calcolati

I valori calcolati dovranno essere generati utilizzando programmi e configurazioni di controllo definite e dovranno essere trattati come variabili di processo indipendenti.

I calcoli dovranno essere eseguiti su base periodica oppure a richiesta oppure da un evento esterno.

I valori calcolati dovranno essere processati dal sistema nello stesso modo che avviene con gli altri input di processo.

6.11 Interfacce di comunicazione

6.11.1 Caratteristiche

6.11.1.1 Bus di comunicazione

Le interfacce di comunicazione dovranno essere basate su standard aperto.

I controllori distribuiti dovranno essere interconnessi con Ethernet ad alta velocità.

6.11.1.2 Processori di comunicazione

Le interfacce di comunicazione saranno costituite da schede dedicate, per ciascuna stazione; ciò consentirà di gestire tutte le comunicazioni tra stazioni e la trasmissione dei dati.

Gli strumenti sulla rete dovranno essere connessi individualmente su ciascun concentratore o Switch Ethernet.

6.11.1.3 Velocità di trasmissione

La velocità nominale delle interfacce di comunicazione dovrà essere di almeno 100 Megabit per secondo, sufficiente per supportare tutte le esigenze di trasmissione in tutti i punti in ogni secondo.

6.11.1.4 Protocolli di comunicazione

Le comunicazioni di rete dovranno essere basate su standard Ethernet IEEE 802.3 attraverso protocollo TCP/IP e dovranno essere implementate con Switch.

Le comunicazioni sulla rete e la gestione dei database dovrà essere trasparente per l'utente.

I software applicativi non richiederanno la conoscenza della configurazione del sistema o dei protocolli utilizzati per le comunicazioni.

Il software applicativo, per poter accedere alle informazioni delle variabili di processo, necessita solamente di identificare le variabili analogiche o digitali attraverso un ID.

Gli ID dovranno essere indipendenti dall'hardware.

6.11.1.5 Affidabilità

Un singolo guasto su una stazione non dovrà disabilitare nessuna parte della rete.

Dovrà essere fornita una funzione di verifica estensiva di errore sulla rete, in modo da assicurare che i messaggi ricevuti contengano le stesse informazioni di quando sono stati spediti e che nessun rumore o difetto di hardware causi errori.

L'auto diagnostica provocherà la disconnessione della stazione dal sistema una volta rilevato un errore irreparabile.

6.11.1.6 Supporto fisico di rete

La rete supporterà più tipologie di supporto fisico, inclusi doppini twistati (UTP) e cavi a fibra ottica.

I cablaggi dovranno essere selezionati sulla base delle specifiche dell'installazione ed includeranno separatori di nodi, EMI / RFI, ecc.

6.12 Input e Output di processo

6.12.1 Caratteristiche generali

Gli I/O e le terminazioni di processo dovranno essere costruiti con criteri di modularità, in modo da semplificare tutte le operazioni di manutenzione e di riparazione, e garantire la flessibilità ed espandibilità del sistema.

Ogni rack di I/O sarà in grado di ospitare sino a 8 schede selezionabili tra schede di I/O e schede di interfaccia per bus di campo.

Le schede I/O saranno sostituibili senza indurre lo spegnimento del sistema o errori nel controllo e senza rimuovere l'alimentazione.

Dovranno essere forniti alimentatori doppi per ogni rack di I/O, ciascuno in grado di accettare input AC o DC in un campo compreso tra 24 e 240 Volt.

La perdita di un singolo alimentatore non dovrà generare la perdita di nessun I/O, ma dovrà generare un allarme all'operatore.

6.12.2 Sottosistema degli input analogici

Il sistema di controllo di processo e di gestione delle informazioni dovrà essere interfacciato direttamente con tutti i tipi di segnali di impianto, incluse termocoppie, RTD, ecc.

Dovrà essere adottato il condizionamento del segnale negli armadi del sistema in tutti i casi in cui si renderà necessario.

Potranno essere accettati segnali con o senza messa a terra.

Dovrà essere garantita l'individuazione di termocoppie aperte: ogni termocoppia dovrà essere scansita in ogni ciclo; termocoppie aperte genereranno un allarme.

La compensazione della giunzione a freddo dipende dall'input iniziale.

6.12.3 Input digitali

Gli input di sequenze di eventi avranno una risoluzione di almeno 1 di millisecondo.

La risoluzione minima dell'intero sistema non dovrà essere superiore al millisecondo.

Le schede di input ad impulso dovranno essere in grado di accettare una frequenza nel range tra 0 e 10 kHz.

6.12.4 Input ed output remoti

Il sistema di controllo supporterà gli input ed output remoti oltre agli I/O locali.

Gli I/O remoti avranno le stesse caratteristiche degli I/O locali in termini di precisione e tempo di risposta.

Tutte le schede descritte precedentemente per gli I/O locali dovranno essere disponibili per configurazione remota.

I sottosistemi I/O remoti dovranno essere progettati per operare, senza condizionamento di aria, in ambiente esterno con temperature fino a 60 °C ed umidità relativa compresa tra il 5 % ed il 95 %.

L'interfaccia tra stazione e I/O remoti dovrà essere realizzata in Profibus.

6.12.5 Interfacce I/O seriali

Gli I/O includeranno la possibilità di interfaccia con strumenti di terze parti attraverso il modulo di interfaccia seriale; le porte dovranno essere RS 232 o RS 422 o RS 485 compatibili.

Il protocollo di comunicazione dovrà essere compatibile con trasmettitori intelligenti, PLC e RTU.

Il Fornitore dovrà fornire la lista dei protocolli di interfaccia disponibili.

7 Impianto di terra

7.1.1 Collettore (o nodo) di terra

In tutta l'area d'impianto, distribuiti secondo necessità, dovranno essere collegati dei collettori (o nodi) equipotenziali di terra al fine di collegare i conduttori di protezione al dispersore; essi dovranno essere eseguiti in materiale non ossidante, vale a dire con:

acciaio zincato di sezione minima 150 mm^2

rame cadmiato di sezione minima 100 mm^2

I collettori dovranno essere in grado di accettare come minimo, oltre ai due conduttori di terra, almeno altri 5 conduttori equipotenziali; essi dovranno essere montati ad un'altezza di 30 cm circa dal piano di lavoro ed in posizione facilmente accessibile sia su strutture in acciaio, sia su strutture in cemento armato.

7.1.2 Conduttori di protezione

Il conduttore di protezione (PE) è prescritto per alcune misure di protezione contro i contatti indiretti per il collegamento di alcune delle seguenti parti: masse, masse estranee, collettore (o nodo) principale di terra, dispersore, punto di terra della sorgente o neutro artificiale; esso dovrà essere comunque della seguente sezione minima:

se appartenente alla stessa conduttura o allo stesso fascio di cavi [Sp = sezione minima del conduttore di protezione, in mm2] (CEI 64-8/5, art. 543.1.2):

sezione del conduttore "S" di fase $\leq$ 16 mm^2 Sp = S

sezione del conduttore "S" di fase 16 > S $\leq$ 35 mm^2 Sp = 16 mm^2

sezione del conduttore "S" di fase > 35 mm^2 Sp = ½ S

se non appartenente alla conduttura di alimentazione (CEI 64-8/5, art. 543.1.3):

2,5 mm2 se provvisto di protezione meccanica

4 mm2 se sprovvisto di protezione meccanica

In questo ultimo caso è necessario effettuare la verifica dell'idoneità ai fini del c.to c.to tramite la seguente formula (CEI 64-8/5, art. 543.1.1):

$$Sp = \frac{\sqrt{I^2 t}}{k}, \text{ dove}$$

Sp sezione del conduttore di protezione

I valore efficace della corrente di guasto (per un guasto di impedenza trascurabile)

t tempo di intervento del dispositivo di protezione

k fattore il cui valore dipende dal materiale del conduttore di protezione, dall'isolamento e dalla temperatura iniziale e finale.

7.1.3 Conduttori equipotenziali

I conduttori equipotenziali, per il collegamento delle masse e delle masse estranee, dovranno essere con corda flessibile stagnata ed isolata con guaina di PVC di colore giallo/verde, con sezione pari a quanto stabilito dalle norme CEI 64-8 in vigore.

Non saranno ammessi conduttori diversi dal tipo N07G9-K.

7.2 Realizzazione dell'impianto di terra

L'impianto di terra dovrà comprendere il collegamento delle carcasse dei motori, dei tubi, canaline e guaine poste a protezione dei cavi elettrici, e delle strutture metalliche quali ponti, ringhiere, scale, grigliati.

Il collegamento delle masse metalliche deve essere realizzato mediante vite in acciaio inox, diametro non inferiore a 8 mm, filettato sulle stesse masse metalliche, e rondelle, oppure con foro passante (in questo caso munito anche di dado di serraggio).

Il collegamento dei tubi conduit dovrà essere realizzato tramite appositi collari a doppio corpo apribile, di cui uno munito di uno o due morsetti di serraggio del conduttore equipotenziale, muniti di linguetta di contatto.

La continuità metallica tra i vari tubi sarà considerata valida solo in presenza di raccordi filettati: il collegamento dei tubi conduit alle canaline in acciaio non sarà ritenuto un collegamento equipotenziale.

Tutti i collegamenti delle strutture metalliche dovranno essere realizzati " a vista".

La connessione tra i vari conduttori di terra dovrà essere effettuata mediante morsetti a compressione la cui deformazione dovrà essere ottenuta da apposite prese idrauliche; nel punto di unione dovrà essere ripristinato l'isolante a mezzo di nastri auto agglomeranti.

Il sistema di connessione dovrà essere effettuato in modo tale che, agendo sui singoli dispersori, possa essere interrotto il collegamento principale con la rete di terra.

Per masse metalliche si dovranno intendere anche i basamenti in ferro dei motori elettrici. La messa a terra dei basamenti dovrà essere realizzata secondo una delle seguenti modalità:

per i motori con messa a terra effettuata con il quarto conduttore del cavo di alimentazione, dovrà essere ammesso cavallottare a mezzo conduttore giallo / verde in rame di sezione non inferiore a 16 mm^2 il morsetto di terra, interno o esterno alla cassetta del motore, con una vite con foro filettato ricavato sul basamento del motore (diametro 8 mm). Sarà ammesso l'impiego di conduttori giallo/verde di sezione minima 6 mm^2 solo per cavallottare motori di piccola o piccolissima potenza.

per motori alimentati con cavi a tre conduttori si dovrà collegare il conduttore di protezione da un estremo al collettore (o nodo) di terra e dall'altro estremo alla carcassa del motore (bullone esterno) e provvedere a cavallottare a mezzo conduttore giallo / verde in rame di sezione non inferiore a 16 mm^2 il bullone esterno del motore con bullone saldato o vite con foro filettato ricavato sul basamento del motore (diametro 8 mm). Tutte le strutture metalliche dell'impianto dovranno essere interconnesse con la rete generale di terra in modo da avere uniformità di potenziale.

Se i fluidi trasportati potranno dare luogo a cariche elettrostatiche, la continuità elettrica delle tubazioni dovrà essere assicurata a mezzo di cavallotti equipotenziali tra le flange, realizzati a mezzo di due apposite piastrine forate, in acciaio inox, saldate ad entrambi i tratti di tubo, collegati a mezzo di un cavallotto di sezione minima 16 mm^2.

La messa a terra del rivestimento metallico dei cavi di II e III categoria nonché quelli di I categoria (limitatamente alla posa interrata), si dovrà effettuare collegando a terra il rivestimento metallico ad ogni estremità della linea in cavo.

7.3 Collegamenti di terra di componenti tipici

I conduttori di protezione per il collegamento delle masse delle singole apparecchiature al collettore generale di terra, o al dispersore devono essere costituiti da piatti o corde nude di rame, oppure da conduttori di rame isolati di colore giallo/verde e di caratteristiche come precisate in eventuali specifiche generali del Committente.

Essi devono essere, di norma, dimensionati come segue:

Utenze derivate da quadri principali a 400 V, MCC, motori o utilizzatori a b.t. oltre 50 kW, quadri secondari di distribuzione luce, ecc.

Un conduttore di rame sezione 70 mm^2.

Utenze derivate da quadri MCC, compresi quadri di potenza e utenze sottese da detti quadri, quali servomotori, valvole, motori c.a., dai quadri distribuzione c.c., prese FM

Un conduttore di sezione uguale al conduttore di fase del cavo di alimentazione con un massimo di 70 mm^2 ed un minimo pari a:

sezione del conduttore di fase, se il conduttore di protezione è infilato nello stesso tubo;

6mm^2 , negli altri casi;

Pressostati, termostati, livellostati e apparecchiature in genere di segnalazione; accessori impianti di illuminazione (interruttori, apparecchi illuminanti, prese luce); cassette con morsettiere

Un conduttore esterno nudo o isolato giallo/verde da 6 mm^2 oppure un conduttore isolato giallo/verde, posato nel tubo protettivo assieme al cavo di collegamento, di sezione pari a quella degli altri conduttori, con un minimo di 1,5 mm^2.

Passerelle porta cavi

Non necessario

Tubi porta cavi

Non necessario

Serbatoi metallici di diametro esterno minore di 16 m

Due conduttori di rame collegati al dispersore in posizione diametralmente opposta di sezione 70 mm^2.

Serbatoi metallici di diametro esterno compreso tra 16 m e 30 m

Tre conduttori di rame (collegati a I dispersore a 120° l'uno dall'altro di sezione 70 mm^2

Serbatoi metallici di diametro maggiore di 30 m

Quattro conduttori di rame (collegati al dispersore a 90° l'uno dall'altro) di sezione 70 mm^2.

Corpi metallici di dimensioni notevoli, (grossi componenti meccanici, macchinari non elettrici)

Qualora non sia verificata alcuna delle condizioni sopra esposte che ne assicurino la continuità elettrica con le strutture principali devono essere collegati col collettore generale di terra o ad una sua estensione con un conduttore di rame di sezione 200 mm^2

Strutture metalliche principali di edifici (portali, colonne) escluso fronte sale macchine

Due conduttori di rame di sezione 70 mm^2

Strutture metalliche principali (colonne fronte sale macchine)

Due conduttori di rame di sezione 120 mm^2

Tubazioni metalliche di processo

Devono essere collegate al collettore generale di terra in almeno un punto con un conduttore di rame di sezione 70 mm^2.

Il collegamento mediante flange cavallottate con un conduttore di rame sezione 70 mm^2, ad un corpo metallico (serbatoio, macchinario, ecc.) già collegato a terra permette di non dovere realizzare una ulteriore messa a terra.

Tubazioni con notevole sviluppo longitudinale devono essere collegate a terra in piu punti, in modo che la distanza tra due collegamenti a terra successivi non sia superiore a 50 m.

Tubazioni contenenti sostanze che creano un pericolo di esplosione o di incendio, classificate come tali dalle norme CEI EN 60079-10 (CEI 31-30), se flangiate devono anche essere cavallottate in corrispondenza di ogni flangia;

Rivestimenti metallici di isolamenti termici di grossi componenti o apparecchiature

Devono essere collegati al collettore generale di terra, o sue estensioni, con un conduttore di rame di sezione non inferiore a 6 mm^2, in almeno due punti diametralmente opposti;

Rivestimenti metallici di isolamenti termici di tubazioni

Devono essere collegati al collettore generale di terra, o sue estensioni, con un conduttore di rame di sezione non inferiore a 6 mm^2.

I cavallotti devono essere realizzati con conduttore di rame di sezione non inferiore a 6 mm2.

Se per necessità di installazione, conduttori di protezione costituiti da piatti o corde nude di rame devono attraversare solette o pareti, o essere posati nel terreno, essi devono essere posati, bloccandoli con miscela bituminosa, in tubi di PVC di tipo pesante.

Detti tubi devono sporgere di almeno 10 cm dalle solette o 5 cm dalla parete e, nel caso di posa nel terreno, qualora non possano essere conglobati nelle fondazione della parte da collegare a terra, essi devono sporgere almeno 10 cm. dalla sommità di un apposito massello in conglomerato cementizio di sezione circa 15 x 15 cm sporgente da I terreno circa 15 cm.

Un analogo massello di conglomerato cementizio deve essere realizzato anche a difesa di eventuali conduttori di protezio-ne interrati costituiti da corde di rame isolate.

Per i soli piatti in alternativa al bloccaggio in tubi di PVC e previo accordo con il Committente, la protezione può essere realizzata con nastri catramati e/o guaine termoresistenti.

7.4 Impianto integrativo per protezioni da sovratensioni

7.4.1 Generalità

Quando il danno delle scariche laterali potrebbe dare luogo a situazioni di pericolo per le persone e causare danni alle cose è necessario un impianto di protezione integrativo.

In tal caso le masse estranee ed i corpi metallici esistenti all'interno del volume da proteggere andranno collegati direttamente o tramite idonei limitatori di tensione agli elementi strutturali dell'impianto di protezione base al fine di creare una perfetta equipotenzialità elettrica.

7.4.2 Realizzazione dell'impianto integrativo contro le scariche atmosferiche

L'impianto di protezione integrativo contro le fulminazioni indirette è costituito da tutti i dispositivi, quali connessioni equipotenziali, limitatori di tensione, ecc., atti a contrastare gli effetti associati al passaggio della corrente del fulmine (tensioni di passo, tensioni indotte, sovra tensioni, ecc.) nell'impianto base o nelle strutture e masse estranee ad esso adiacenti.

Dovrà essere previste connessioni equipotenziali, dirette o tramite limitatori di tensione, fra i corpi metallici esistenti all'interno del volume da proteggere e fra questi e l'impianto di protezione base; inoltre dovranno essere previsti idonei sistemi coordinati di protezione da sovratensioni sul lato B.T. sia del quadro generale, sia dei quadri periferici nonché idonee protezioni su tutte le linee elettriche o segnaletiche o seriali entranti o uscenti dai vari manufatti.

7.4.3 Considerazioni finali

Particolare attenzione, per evitare che si formino tensioni di passo e di contatto pericolose, dovrà essere rivolta alla installazione del dispersore di terra che dovrà essere idoneo a disperdere correnti ad impulso di grande intensità generate dalla fulminazione; per ridurre al minimo il valore dell'impedenza ad impulso il dispersore verticale dovrà essere integrato con conduttori radiali della lunghezza di qualche metro.

8 Sistemi di comunicazione

8.1 Normative di riferimento

Il cablaggio dovrà essere conforme alle normative TIA/EIA 568B, ISO/IEC 11801 ed EN 50173; a tali normative si dovrà fare riferimento per quanto riguarda le norme di installazione, la topologia, i mezzi trasmissivi, le tecniche di identificazione dei cavi, la documentazione e le caratteristiche tecniche dei prodotti impiegati.

8.2 Dorsali in fibra ottica

Tutte le dorsali dovranno essere realizzate con tecnologia Blolite in fibra ottica soffiata, mediante la stesura di un macrodotto Blolite a 4 vie da interno, dal diametro complessivo di 15,2 mm.

Sin da subito all'interno di uno di essi dovranno essere inserite mediante aria compressa, N.xxx monofibre multimodali 50/125 µm conformi agli standard ISO/CENELEC o ITU-T G651 (MM), con macrodotti Blolite costituiti da guaine a basso contenuto di alogeni (LSZH) di colore blu.

Ulteriori caratteristiche richieste:

Resistenza alla fiamma: conforme alla norma IEC 60332-1

Attenuazione a 850nm: <= 2.8dB/km, a 1300nm: <= 0.8dB/km

Banda passante a 850 nm: >= 400 Mhz/km, a 1300 nm: >= 600 Mhz/km

I microdotti atti a contenere le fibre ottiche soffiate con tecnologia Blolite dovranno rispettare le seguenti specifiche:

Diametro esterno: 15,2 mm.

Capacità massimo di alloggiamento: 48 fibre da 465 micron ciascuna

Raggio di curvatura minimo: 128 mm.

Guaina LSZH, color blu

Distanza massima di soffiaggio: 500 m.

8.2.1 Scatole di giunzione

Per le dorsali in fibra ottica, la connettorizzazione dovrà essere eseguita esclusivamente mediante giunzione per fusione (splice), con connettori pre-intestati con "pig-tail" certificati dal costruttore.

Dovranno essere previsti degli organizer o scatole di giunzione, per l'alloggiamento degli splices di protezione della saldatura.

Ciascuna scatola di giunzione dovrà contenere almeno 12 monofibre.

Ogni singolo giunto dovrà essere protetto con appositi "splice protector" di materiale metallico rivestito da guaina termo-restringente.

8.3 Bretelle ottiche

Le bretelle di permutazione delle dorsali ottiche e di raccordo agli apparati attivi dovranno essere del tipo bifibra multimodale 50/125 µm e dotate ai due estremi di opportuni connettori con ferula ceramica in corpo plastico (le prestazioni consentite da tali connettori sono rispondenti alle norme ISO11801) di tipo SC-Duplex.

La lunghezza della bretella dovrà essere finalizzata in dipendenza delle distanze di permutazione, con lunghezza minima di 1 m.

Ciascuna fibra della bretella, dovrà essere singolarmente protetta con rivestimento di tipo Tight, sovrastato da filato arammidico e guaina termoplastica ed avrà le stesse caratteristiche ottiche della fibra installata.

Ulteriori caratteristiche richieste:

Insertion Loss: max 0,5 dB, tipico 0,3 dB

Return loss: <= 40 dB

8.4 Bretelle di permutazione in rame

Le bretelle di permutazione e raccordo agli apparati attivi dovranno essere scelte di lunghezza adeguata per garantire un'organizzazione ordinata dell'armadio di permutazione e comunque avere lunghezza minima 1 m.

La bretella dovrà essere costituita da un cavo in rame a 4 coppie UTP con impedenza caratteristica 100 Ohm, in rame a filamenti (trefoli) 24-AWG e rispondente alla Categoria 6.

La guaina di protezione dovrà essere a bassa emissione di gas tossico-nocivi (LSZH).

La tecnologia utilizzata dal costruttore del sistema passivo deve permettere l'ottimizzazione dell'attestazione del cavo di patch sul plug, mantenendo separate le coppie fino al punto di attestazione e riducendo al minimo l'effetto della diafonia tra le coppie, così da rispettare, per i componenti in Categoria 6, le specifiche richieste dello standard EIA/TIA 568-B.2-1.

Inoltre, per ottimizzare le prestazioni di Channel, è necessario che la bretella sia realizzata con plug aventi i pin disposti su 2 file.

Le bretelle di permutazione dovranno essere testate da laboratori terze parti e rispondere alle IEC Patch Cord Standard 61935-2.

8.5 Sistemi di Canalizzazione

Per la posa dei cavi si dovranno sfruttare le canalizzazioni esistenti e, dove non presenti, ne dovranno essere realizzate di nuove in posizioni precise, nel pieno rispetto dei vincoli progettuali e architettonici degli edifici interessati.

Per quanto attiene le caratteristiche dei materiali da impiegare dovranno essere utilizzati prodotti di primarie case costruttrici con sistema di qualità certificato ISO 9000.

Tutti i materiali utilizzati dovranno essere dotati di marchio IMQ (Istituto Italiano Marchio di Qualità), di cui dovrà essere allegata certificazione nella documentazione tecnica, e comunque dovranno essere rispondenti per tipologia d'impiego alle Normative CEI.

Per la realizzazione di nuovi sistemi di canalizzazioni, potranno essere utilizzate diverse soluzioni a seconda dell'impiego:

Canalizzazioni di dorsale o sospese: si tratta delle canalizzazioni di tipo metallico chiuse nei tratti orizzontali e forato in quelli verticali per consentire la possibilità di ancorare i cavi mediante fascette per evitarne lo stiramento;

Canalizzazioni di distribuzione ai piani: si tratta delle canalizzazioni che distribuiscono i cavi lungo i corridoi dei vari piani da servire, in partenza dai locali tecnici; queste saranno metalliche chiuse dello stesso produttore di quelle verticali o in PVC a seconda delle esigenze e dei vincoli architettonici.

Raccordi verso le postazioni di lavoro (PDL): si tratta di canaline / tubi le cui dimensioni dovranno essere calcolate in funzione del numero di cavi in esse posate, tenendo conto che dovrà essere lasciato un ulteriore spazio disponibile non inferiore al 30% della sezione totale della canalizzazione.

Il raccordo andrà a terminare una scatola a parete da esterno a passo 503 (76 mm x 119 mm x 51 mm).

La posa in opera si deve intendere comprensiva di opere murarie di finitura e di ogni accorgimento in modo tale che l'opera di installazione sia fatta a regola d'arte.

8.6 Modalità d'installazione e certificazione del cablaggio

Le attività di installazione e posa in opera, identicazione degli elementi del sistema di cablaggio strutturato e certificazione dello stesso dovranno rispettare le seguenti specifiche:

L'installazione del sistema di cablaggio dovrà rispettare le norme d'installazione contenute negli standard di riferimento e le specifiche d'installazione del produttore.

Dovrà rispettare i parametri di installazione specifici di prodotto relativi a tensioni massime di tiro dei cavi UTP e dorsali ottiche, raggi di curvatura minimi, distanze di sguainatura e sbinatura dei cavi UTP, lunghezza scorte dei cavi UTP e dei cavi di dorsale.

Dovrà anche definire un idoneo sistema identificazione e registrazione di tutti i componenti che comprendono il sistema di cablaggio.

Ciascun elemento del cablaggio dovrà essere facilmente identificabile; si dovrà utilizzare un unico identificatore , sia per ogni cavo, sia per armadio, sia per locale tecnico, sia per punti di terminazione del cablaggio.

Al fine di verificare la corretta installazione delle componenti del cablaggio, di dorsale e orizzontale, e la rispondenza agli standard di riferimento TIA/EIA 568B e/o ISO/IEC 11801, il fornitore dovrà definire:

i test di conformità da eseguire,

le modalità di esecuzione degli stessi,

la tipologia di strumenti utilizzata,

la calibratura dello strumento secondo ISO 9001

il livello di accuratezza delle misure,l'organizzazione e la presentazione dei risultati.

8.6.1 Certifica dei collegamenti in fibra ottica

Questa convalida dovrà essere effettuata su tutti i collegamenti in fibra ottica installati.

Le misure e i limiti di collaudo scelti saranno quelli stabiliti nelle norme ISO/IEC 11801 – 2^ Edizione. Il risultato del collaudo dovrà essere inferiore alla somma delle seguenti attenuazioni:

Fibra ottica	a 850 nm 3,5 dB/km	a 1330 nm 1,5 dB/km
Connettori	0,75 dB/connettore	0,75 dB/connettore
Giunzioni a fusione	0,3 dB/giunzione a fusione	0,3 dB/giunzione a fusione

I collaudi saranno effettuati per mezzo di un riflessometro (OTDR) alle due lunghezze d'onda specificate,le misure saranno rilevate nei due sensi.

Ogni rapporto di collaudo riporterà:

il nome della struttura e/o cliente finale, il nome dell'operatore e/o società, la data, le norme di collaudo utilizzate, la lunghezza del collegamento, il tipo di fibra installata, il numero di connettori e giunzioni sul collegamento e la curva di riflettometria.

l'attenuazione misurata con il limite di collaudo autorizzato rispetto alla configurazione del collegamento. Non saranno accettati collegamenti di qualsiasi configurazione che presentino un'attenuazione superiore a 8,5 dB. Sono richieste le tecniche di connettorizzazione ottica basate sull'utilizzo di Fusion Splicer (giunzione a fusione di pig-tail preconnettorizzate) in modo da ottenere i budget ottici migliori possibili.

9 Terminologie

9.1 Terminologie contrattuali

I seguenti termini ed espressioni, utilizzati nel presente capitolato, hanno i significati sotto indicati:

- *Committente o Amministrazione* — *CAP HOLDING S.p.A.*
- *Rappresentante del Committente* — *Direzione lavori (DL) o persona che opera su incarico del Committente*
- *Appaltatore* — *Impresa aggiudicataria*
- *Gestore dell'impianto* — *Committente o Amministrazione o organizzazione che opera su incarico del committente*
- *Opere* — *Le attività e prestazioni oggetto dell'appalto*
- *Offerente o Concorrente* — *Ogni Impresa partecipante alla gara.*

9.2 Terminologie tecniche

Componente - S'intende un elemento singolo (macchina, apparecchiatura o materiale) adatta a svolgere una funzione nell'ambito di un processo complesso. Il componente può essere identificato come l'assieme funzionale specifico nell'ambito della fornitura a cui è riferito.

Apparecchiatura - S'intende un assieme, più o meno complesso, di dispositivi funzionalmente assemblati, che forniscono un servizio specifico nell'ambito di un componente.

Dispositivo - S'intende un elemento con una specifica funzionalità, semplice o complessa, singolarmente identificabile all'interno di un componente o apparecchiatura. Il dispositivo necessita dell'assemblaggio elettrico o meccanico con altri elementi per poter svolgere una funzione compiuta all'interno del componente stesso.

Utenze in campo - Sono i dispositivi elettrici di processo, posti al di fuori delle sale quadri o sale di controllo, attuati direttamente dalle alimentazioni del quadro di competenza.

9.2.1 Terminologie della parte elettrica

La terminologia relativa alla parte elettrica adottata nei vari documenti contrattuali, dovrà essere intesa come qui di seguito riportato:

Supporto – Staffe, zanche, tubo, profilato di ferro, tasselli e simili, di dimensioni piccole, adatte a realizzare un appoggio cui possono essere ancorati solidamente strumenti di misura, regolatori, tubi, cavi, cassette di giunzione, ecc.

Supporto esistente - S'intende un appoggio disponibile (strutture metalliche, terreno livellato, strutture prefabbricate, superfici metalliche ecc.) su cui possono essere ancorate parti di un impianto senza interposizione di opere accessorie.

Supporto artificiale - S'intende l'opera necessaria (colonnine, telai in profilato di ferro, portali, mensole d'acciaio, ecc.) per fissare l'apparecchiatura quando non è disponibile un "supporto esistente" o se disponibile, questo non è ritenuto idoneo dalla Direzione Lavori.

Passerelle - Strutture realizzate con profilati di ferro imbullonati e/o saldati tra loro oppure miste con profilati e lamiere forate o lisce, aventi lo scopo di sostenere i tubetti secondari singoli ed i cavi multipli, le linee per i collegamenti primari, cavi elettrici, ecc.; si rammenta che con le dizioni "passerella verticale" oppure "orizzontale" si deve intendere il piano d'appoggio dei tubi.

Livello del piano d'installazione - S'intende la quota rispetto al terreno, alla quale possono essere installate parti dell'impianto e/o apparecchiature.

Livello del piano di lavoro - S'intende la quota rispetto al terreno, e piano sul quale il personale e le relative attrezzature possono poggiare; dove richiesto, il piano di lavoro provvisorio (come impalcature, ponteggi vari, ecc.) necessari per eseguire i lavori d'installazione di parti dell'impianto o di apparecchiature, sarà a carico dell'Installatore, il quale sarà tenuto a provvedere anche ad eventuali prestazioni di scale a mano o di altro tipo, che consentano l'accesso al piano di lavoro.

10 Normative applicabili

10.1 Leggi e norme

Oltre alle normative riportate nella documentazione relativa ad ogni singolo sistema, gli impianti dovranno essere rispondenti a tutte le norme vigenti; tutti gli oneri derivanti dall'ottemperanza a dette norme saranno a carico dell'Appaltatore.

La progettazione e l'installazione saranno conformi, fin quanto applicabili, alla presente descrizione e alle ultime edizioni delle norme, codici, direttive, standard e specifiche internazionali, europee e nazionali, se non modificati, emendati o esclusi da altri documenti.

Le norme pertinenti sono quelle vigenti in Italia.

10.1.1 Norme

In mancanza di normativa Italiana (UNI) ufficiale, saranno seguite le norme sotto elencate.

CEI	Comitato Elettrotecnico Italiano
EN	European Norm
ISO	International Organization for Standardization
IEC	International Electro technical Commission
ASTM	American Society for Testing and Materials
FEM	Fédération Européenne de la Manutention (Carroponte)
ISA	Instrument Society of America
DIN	Deutsches Institut für Normung
BS	British Standard
CEMEP	European Commitee of Manufactures of Electrical and Power Electronics
CEN	Comitato Europeo di Normalizzazione
CENELEC	Comitato Europeo di Normalizzazione Elettrotecnica
CIE	Commission Internationale de l'Eclairage

Altre norme divergenti da quelle elencate sopra possono essere applicate nel caso in cui le norme citate non trovino applicazione (p. es.: norme sugli attacchi strumenti NPT, attacchi RJ, etc.).

Per forniture di provenienza estera, il fornitore specificherà le norme vigenti nei paesi di origine alle quali l'apparecchiatura è conforme.

10.1.2 Direttive e linee guida

Le direttive e le linee guida sotto elencate saranno da seguire da parte dell'Appaltatore:

PED	Pressure Equipment Directive (Druckgeräte-Richtlinie)
94/9/CE (ATEX)	Atmosfere Esplosive
I.S.P.E.L.S.	Linee guida

10.1.3 Prescrizioni

L'appaltatore è tenuto all'osservanza di tutte le prescrizioni degli enti erogatori di servizi quali:

- *energia elettrica e gas* *ENEL s.p.a*
- *acqua e fognatura* *CAP HOLDING s.p.a.*

10.1.4 Leggi

In linea generale l'appaltatore è tenuto al rispetto delle leggi e regolamenti vigenti e in particolare di quelli sotto indicati.

- *l.p. 17/06/1998 n. 6 e successive modificazioni Norme per l'appalto e l'esecuzione di lavori pubblici.*
- *d.p.p. 05/07/2001 n. 41 regolamento per l'appalto e l'esecuzione di lavori pubblici.*
- *l.p. 06/09/1973 n. 61 norme per la tutela del suolo da inquinamenti e per la disciplina della raccolta, trasporto e smaltimento dei rifiuti solidi e semisolidi.*
- *d.p.p. 26/09/2005 n 45 norme tecniche per le discariche di rifiuti.*
- *d.p.g.p. 28/06/1997 n. 30 Norme per la tutela del suolo da inquinamenti e per la disciplina della raccolta, trasporto e smaltimento dei rifiuti solidi e semisolidi d.p.g.p 14/07/1999 n. 39 Regolamento relativo al trasporto di rifiuti.*
- *d.p.g.p. 16/12/1999 Regolamento relativo al recupero di materiali da costruzione e demolizione e per la qualità dei materiali edili riciclati.*
- *l.p. 16/03/2000 n. 8 Norme per la tutela della qualità dell'aria.*
- *d.p.p. 31/03/2003 n. 7 Regolamento sulla qualità dell'aria.*
- *l.p. 20/11/1978 n. 66 Provvedimenti contro l'inquinamento prodotto da rumore.*
- *d.p.g.p. 06/03/1989 n. 4 Regolamento della l.p. 20/11/1978 n. 66.*
- *l.p. 04/06/1973 n. 12 Provvedimenti contro l'inquinqmento dell'aria in ambiente aperto e in edifici chiusi e locali di lavoro.*
- *d.p.g.p. 17/01/1977 n. 1 regolamento della l.p. 04/06/1973 n. 12.*
- *legge n. 186/1968.*
- *legge 808 del 07/12/94 e successive modifiche.*
- *dpr 577 del 1982 e successiva modifica d.lgs 626/94 Norma Europea chiamata "Direttiva Macchine" recepita in Italia con il dpr 459 del 24 luglio 1996 e successivi aggiornamenti.*

10.2 Priorità dei documenti

La priorità dei documenti facenti parti del contratto è descritta nell'allegato 1 del capitolato speciale d'appalto, parte prima.

L'interpretazione delle clausole contrattuali, così come delle disposizioni del capitolato speciale d'appalto, è fatta tenendo conto delle finalità del contratto e dei risultati ricercati con l'attuazione del progetto approvato; per ogni altra evenienza trovano applicazione gli articoli da 1362 a 1369 del codice civile.

In caso di discordanza tra i vari elaborati di progetto vale la soluzione più aderente alle finalità per le quali il lavoro è stato progettato e comunque quella meglio rispondente ai criteri di ragionevolezza e di buona tecnica esecutiva.

In caso di norme del capitolato speciale tra loro non compatibili o apparentemente non compatibili, trovano applicazione in primo luogo le norme eccezionali o quelle che fanno eccezione a regole generali, in secondo luogo quelle maggiormente conformi alle disposizioni legislative o regolamentari ovvero all'ordinamento giuridico, in terzo luogo quelle di maggior dettaglio e infine quelle di carattere ordinario.

10.3 Marchi registrati

I marchi sono registrati dal rispettivo produttore / fornitore / ente.

10.4 Unità di misura

Le unità di misura utilizzate per tutti gli elaborati tecnici saranno in accordo al sistema metrico internazionale (SI), secondo CNR-UNI 10003-74.

11 Opere e limiti

11.1 Opere

Tutte le lavorazioni e le forniture sono dettagliatamente descritte nell'elenco prestazioni testo esteso.

11.2 Ulteriori prestazioni a carico dell'Appaltatore

Oltre agli oneri e gli obblighi di cui al capitolato speciale d'appalto parte prima, in particolare quelli riportati agli art. 25, art. 17, art. 8, al presente capitolato speciale, nonché a quanto previsto da tutti i piani per le misure di sicurezza fisica dei lavoratori, sono a carico dell'Appaltatore gli oneri e gli obblighi che seguono.

L'Appaltatore sarà responsabile nei confronti del Committente dell'osservanza degli obblighi specificati nei punti sotto riportati anche da parte degli eventuali subappaltatori nei confronti dei rispettivi loro dipendenti, anche nei casi in cui il Contratto collettivo non disciplini l'ipotesi di subappalto; il fatto che il subappalto sia stato autorizzato non esime l'Appaltatore dalla suddetta responsabilità e ciò senza pregiudizio degli altri diritti del Committente.

11.2.1 Obblighi a carico dell'Appaltatore riguardanti la misurazione dei lavori

L'Appaltatore è obbligato:

- *ad intervenire alle misure, le quali possono comunque essere eseguite alla presenza di due testimoni qualora egli, invitato, non si presenti*
- *a firmare i libretti delle misure, i brogliacci e gli eventuali disegni integrativi, sottopostigli dal direttore dei lavori, subito dopo la firma degli stessi da parte di quest'ultimo*
- *a consegnare al direttore lavori, con tempestività, le fatture relative alle lavorazioni e somministrazioni previste dal capitolato speciale d'appalto e ordinate dal direttore dei lavori che per la loro natura si giustificano mediante fattura*
- *a consegnare al direttore dei lavori le note relative alle giornate di operai, di noli e di mezzi d'opera, nonché le altre provviste somministrate, per gli eventuali lavori previsti e ordinati in economia, nonché a firmare le relative liste settimanali sottopostegli dal direttore dei lavori.*

11.2.2 Cartello di cantiere

L'Appaltatore deve predisporre ed esporre in sito un cartello indicatore di dimensioni adeguate (almeno 300 cm di base e 250 di altezza), recanti le descrizioni di cui al capitolato speciale d'appalto, parte prima art. 25, comma 3.1.a.

11.2.3 Spese contrattuali, imposte, tasse

Sono a carico dell'Appaltatore senza diritto di rivalsa:

- *le spese contrattuali;*
- *le tasse e gli altri oneri per l'ottenimento di tutte le licenze tecniche occorrenti per l'esecuzione dei lavori e la messa in funzione degli impianti;*
- *le tasse e gli altri oneri dovuti ad enti territoriali (occupazione temporanea di suolo pubblico, passi carrabili, permessi di scarico, canoni di conferimento a discarica ecc.) direttamente o indirettamente connessi alla gestione del cantiere e all'esecuzione dei lavori;*

- *le spese, le imposte, i diritti di segreteria e le tasse relativi al perfezionamento e alla registrazione del contratto.*

Sono altresì a carico dell'Appaltatore tutte le spese di bollo per gli atti occorrenti per la gestione del lavoro, dalla consegna alla data di emissione del certificato di collaudo.

A carico dell'Appaltatore restano inoltre le imposte e gli altri oneri, che, direttamente o indirettamente, gravino sui lavori e sulle forniture oggetto dell'appalto.

Il presente contratto è soggetto all'imposta sul valore aggiunto (I.V.A.); l'I.V.A. è regolata dalla legge; tutti gli importi citati nel presente capitolato speciale d'appalto si intendono I.V.A. esclusa. Le disposizioni particolari per il debitore dell'I.V.A sono riportate nel capitolato speciale d'appalto, parte prima, art. 22, comma 8.

11.2.4 Ulteriori oneri e obblighi a carico dell'appaltatore

Sono inoltre a carico dell'Appaltatore:

- *Le responsabilità sulla non rispondenza degli elementi eseguiti rispetto a quelli progettati o previsti dal capitolato;*

- *L'esecuzione di un'opera campione delle singole categorie di lavoro ogni volta che questo sia previsto specificatamente dal capitolato speciale o sia richiesto dalla direzione dei lavori, per ottenere il relativo nullaosta alla realizzazione delle opere simili;*

- *Le spese per la riparazione di eventuali guasti che da propri operai o mezzi o dalla non corretta esecuzione, fossero arrecati a opere, condutture, cavi sotterranei e aerei, anche se evidenziatisi a opere ultimate, fino allo scadere del periodo di garanzia, salvo quanto stabilito dal Codice Civile per ciò che riguarda i vizi occulti, nonché il risarcimento dei danni che tali guasti potessero causare, sollevando la committente da ogni addebito. Per tutti i pezzi / impianti / sistemi modificati o riparati a causa di quanto sopra il periodo di garanzia ripartirà dalla data della completa riparazione.*

- *L'esecuzione delle prove di qualifica dei procedimenti di saldatura e dei saldatori, dei procedimenti per l'esecuzione di controlli e prove, inclusa la qualifica degli operatori, secondo le vigenti leggi e le più recenti normative.*

11.3 Materiali

11.3.1 Materiali di consumo

La fornitura comprende tutti i materiali di consumo che si renderanno necessari per completare l'installazione degli impianti e delle apparecchiature; qui di seguito indicati a titolo indicativo e non esaustivo:

- *Bombole di acetilene, ossigeno; carbone; carburo*
- *Elettrodi e materiale d'apporto in genere (castolin, stagno, ecc.)*
- *Paste deossidanti*
- *Combustibili (per es.:gas liquido, benzina; nafta per lampade o altre prestazioni)*
- *Materiale di consumo (per es. nastro di teflon; pick-up; minio; talco; stracci; miscela "chico" per bloccaggi raccordi antideflagranti)*
- *Reggette e spago per legature provvisorie cavi e tubi*

I materiali di consumo non saranno contabilizzati separatamente poiché la loro incidenza è intesa compresa nella voce principale cui si riferiscono.

11.3.2 Materiali accessori di montaggio

La fornitura comprende tutti i materiali accessori di montaggio che si renderanno necessari per completare l'installazione degli impianti e delle apparecchiature.

Qui di seguito sono riportati alcuni tra i più comuni "materiali accessori di montaggio" usati; l'elenco deve essere inteso come indicativo e non esaustivo: supporti; tasselli; staffette; zanche in profilato di ferro; collari di ferro piatto e gaffette di fusione o in profilato; chiodi a sparo; viti; dadi e bulloni; nastro metallico rivestito in PVC; targhette metalliche e/o di plastica d'identificazione; pick; nastro di teflon; nastri di gomma, di neoprene, ecc.; nastri tipo scotch; nastri e tubetti sterlingati; morsetti concentrici; capicorda a compressione; treccia flessibile per la messa a terra delle armature; staffe; zanche per il fissaggio dei terminali dei cavi.

I materiali accessori di montaggio non saranno contabilizzati separatamente poiché la loro incidenza è intesa compresa nella voce principale cui si riferiscono.

Per attrezzi la cui dotazione d'uso è compresa nel prezzo della manodopera, s'intendono gli attrezzi portatili e da banco d'uso singolo (per es. martelli; tenaglie; pinze; cacciavite; morse; forge; filiere; banchi di lavoro; pennelli; spruzzatori; saldatrici; secchi; recipienti; attrezzatura personale antinfortunistica, ecc.). Esclusi sono quindi soltanto i mezzi d'opera, i macchinari, il legname ed in genere gli impianti e le installazioni il cui uso è collettivo e generale.

11.4 Altre opere

Sono comprese e compensate nelle rispettive voci tutte le seguenti opere:

- *Pulizia ed ingrassaggio di parti a contatto ed in scorrimento e filettature ossidatesi dal momento della presa in consegna e durante il montaggio*
- *Pulizia generale del cantiere*
- *Eventuali piccole riparazioni derivate da incidenti di trasporto od altro*
- *Esecuzione di tutti i collaudi elencati dagli articoli riguardanti il collaudo degli impianti*
- *Trasporto*
- *Il montaggio e lo smontaggio di tutte le attrezzature necessarie.*
- *Risarcimento al Committente per spese che lo stesso sosterrà per riparazioni di danni a strumenti, apparecchiature ad opere già eseguite (tali danni saranno addebitati all'Impresa stessa, alle condizioni richieste per il ripristino delle opere danneggiate).*
- *Protezione con mezzi idonei ed approvati dalla Direzione Lavori, delle apparecchiature e strumenti che potrebbero essere danneggiate sia in fase di montaggio sia in fase di normale manutenzione delle tubazioni ed apparecchiature di processo.*
- *Allineamento e taratura degli strumenti anche se installati da altri.*
- *Esecuzione di tutti i collaudi e delle prove di funzionamento comprensivo l'impiego, il trasporto, il montaggio e lo smontaggio di tutte le attrezzature necessarie di fornitura dell'Installatore.*
- *Esecuzione di tutte quelle modifiche e rifacimenti conseguenti al mancato rispetto da parte dell'Impresa delle specifiche, norme disegni e ad errate operazioni di montaggio ed a necessità derivanti dalla mancata osservanza delle istruzioni impartite dall'incaricato del Committente.*

- *L'Impresa è tenuta a demolire e ricostruire a sue spese qualsiasi opera mal posizionata rispetto a quanto indicato nel presente Capitolato, documentazione tecnica e/o sui disegni.*

12 Capo progetto dell'Appaltatore

L'Appaltatore nominerà un suo rappresentate responsabile e competente, che rimarrà a disposizione per tutta la gestione del contratto. Gli obblighi e oneri relativi a carico dell'Appaltatore e del suo rappresentante sono descritti nel capitolato speciale d'appalto, parte prima, art. 4.

Le seguenti attività fanno parte dei compiti svolti dal di capo progetto:

- *Rappresentanza dell'Appaltatore nei confronti del Committente per tutte le incombenze inerenti le opere di contratto*
- *Controllo e garanzia che le prestazioni fornite siano conformi alle specifiche contrattuali*
- *Realizzazione e controllo della struttura organizzativa per la realizzazione dell' opera*
- *Regolare informazione sulla progressione delle opere*
- *Controllo dei tempi e dei costi.*

13 Sistema qualità e certificati

L'Appaltatore dovrà usare e mantenere in vigore sino all'accettazione della fornitura un sistema di qualità sulla base UNI EN ISO 9001, 9002 e 9003 per tutte le forniture (apparecchi, materiali, servizi ecc.) che ricadono in questa specifica, relative alle fasi di:

- *progettazione*
- *approvvigionamento dei materiali*
- *fabbricazione e costruzione presso le proprie officine o presso terzi, e assicurazione della rispondenza ai requisiti contrattuali*
- *montaggio*
- *messa in servizio*
- *istruzione del personale.*

Il sistema di qualità dovrà tenere conto di prevenire e rilevare ogni eventuale discordanza ed di prevedere un'efficace e tempestiva azione correttiva.

13.1 Manuale della qualità

Con il manuale della qualità l'Appaltatore documenta e precisa i criteri e le modalità del sistema qualità. Il manuale della qualità e le procedure applicative devono precisare come sia garantito che vengano seguite tutte quelle misure volte ad assicurare la necessaria affidabilità del prodotto e dell'impianto, e la piena rispondenza delle stesse alle prescrizioni del Committente.

Il manuale della qualità deve inoltre definire le modalità di trasferimento dei criteri del sistema qualità dall'Appaltatore ai sub fornitori, specificando eventualmente per quali forniture è richiesto che il sub fornitore stesso operi in sistema qualità.

13.2 Piano di controllo qualità

Entro 3 mesi dall'assegnazione dell'Appalto, l'Appaltatore sottoporrà al Committente per approvazione il Piano di Controllo Qualità, dove sarà evidenziato un programma dettagliato delle prove su materiali ed apparecchiature per i quali è previsto un collaudo presso le proprie officine o quelle dei sub fornitori.

In fase di Offerta l'Offerente dovrà fornire un elenco sufficientemente dettagliato delle apparecchiature/materiali suddivise per zone d'impianto, che saranno soggette a prove e collaudi e che saranno oggetto del piano di controllo qualità.

Il Committente avrà diritto, ogni volta che lo giudicasse necessario, ad ispezionare ed esaminare la fabbricazione ed il montaggio di parti della fornitura nelle officine dell'Appaltatore ed in cantiere, così pure ad assistere alle relative prove dei materiali e dei macchinari.

Nel caso in cui tali parti della fornitura siano in corso di fabbricazione in officine di terzi, l'Appaltatore procurerà i permessi necessari affinché il Committente possa ispezionare ed esaminare i materiali e presenziare alle prove, come se detti materiali si trovassero nelle officine dell'Appaltatore.

L'Appaltatore notificherà per iscritto al Committente a mezzo mail o telefax, con almeno 12 giorni di anticipo, salvo conferma definitiva almeno tre giorni prima, la data ed il luogo in cui qualsivoglia componente la fornitura sarà sottoposta alle prove previste.

Nessun macchinario o apparecchiatura, per i quali sia prevista la prova in fabbrica, potrà essere spedito senza l'approvazione del Committente, a meno che il Committente non abbia comunicato preventivamente per iscritto, a mezzo telex o telegramma, la sua intenzione di non presenziare alle prove o non si sia presentato alla data definita per le prove stesse.

Gli oneri e gli obblighi dell'Appaltatore concernente l'esecuzione di esami e di prove e documentazione delle opere in corso sono riportati nel capitolato speciale d'appalto, parte prima, Art. 25, comma 1.1.

13.3 Piano della qualità

Il Piano della Qualità, che dovrà essere preparato dopo l'assegnazione dell'appalto, deve precisare come il sistema qualità venga reso operativo all'interno dell'azienda dell'Appaltatore per soddisfare i requisiti contrattuali e le esigenze aziendali in tutte le attività che influenzano la qualità dell'appalto stesso.

Entro 3 mesi dall'assegnazione dell'Appalto, l'Appaltatore sottoporrà al Committente per approvazione in triplice copia un piano della qualità per tutte le forniture, completo di tutti i riferimenti alle procedure di controllo, all'approvvigionamento dei materiali, alla costruzione in officina ed al montaggio.

Il piano della qualità potrà far riferimento ad altri documenti (per esempio al manuale della qualità e/o a procedure interne) per indicare gli elementi organizzativi e le modalità operative da seguire, integrandoli per quanto può essere necessario ai fini dell'appalto specifico.

Il piano della qualità deve anche fornire informazioni circa controlli e collaudi relativi a sub forniture / subappalti. Può essere necessario che anche subfornitori o subappaltatori producano propri piani della qualità o piani di controllo qualità per le parti di loro competenza.

Il piano della qualità, direttamente o con i documenti cui fa riferimento, deve:

- *indicare la struttura organizzativa aziendale operante per l'appalto, precisando funzioni e responsabilità del personale "chiave";*
- *elencare le attività significative ai fini della qualità tenendo conto delle sequenze logiche necessarie*
- *elencare le fasi di verifica e controllo, indicando per ciascuna di esse i requisiti da soddisfare (come clausole o documenti contrattuali)*
- *le modalità da seguire (facendo riferimento a procedure, norme, specifiche)*
- *gli elaborati da produrre (disegni, verbali, certificati, indicando la modulistica relativa)*
- *nonché l'eventuale coinvolgimento di enti esterni (es.: approvazioni, presenza ai collaudi, ecc.);*
- *correlarsi con la programmazione temporale delle attività considerate*
- *definire le modalità da seguire per eventuali revisioni e modifiche del Piano della qualità.*

14 Documentazione tecnica

14.1 Standard dei documenti

14.1.1 Lingue ufficiali

Nella stesura della documentazione l'Appaltatore potrà usare la lingua italiana o quella tedesca secondo le indicazioni dell'art. 25, comma 9.1.1 del capitolato speciale d'appalto parte I.

14.1.2 Piano di consegna dei documenti

Entro 2 settimane dalla firma del contratto, l'Appaltatore dovrà consegnare un piano di consegna dei documenti elaborato in accordo con il Committente.

Il piano di consegna dei documenti dovrà contenere almeno le informazioni seguenti:

- *Nome del documento*
- *Data di consegna del documento (provvisoria / definitiva).*

14.1.3 Qualità dei documenti e disegni

Tutti i documenti, i disegni, la letteratura, ecc., dovranno essere prodotti in formato A0, A1, A2, A3 ed A4 secondo la norma UNI EN ISO 5457 (Documentazione tecnica di prodotto - Formati e disposizione degli elementi grafici dei fogli da disegno).

La piegature di tavole e disegni viene svolta secondo la norma UNI EN ISO 5457.

Salvo indicazione contraria, sia nella descrizione del materiale, sia nella specifica, tutte le unità di misura dovranno essere espresse secondo il Sistema Internazionale d'unità (SI).

Le copie dovranno essere chiaramente leggibili, anche per quanto riguarda la presenza di eventuali immagini.

Le scale di rappresentazione e il dettaglio dei disegni e della documentazione in generale saranno concordati e, comunque, saranno tali e idonei da permettere una corretta conduzione e manutenzione degli impianti.

14.1.4 Codifica documenti

Prima dell'inizio della progettazione esecutiva di dettaglio da parte dell'Appaltatore, verrà definito dallo stesso in accordo con il Committente, un appropriato sistema di codifica dei documenti.

14.2 Documenti d'ingegneria

La documentazione esecutiva allegata dal committente al bando serve all'offerente quale base per l'elaborazione della sua offerta. Tale documentazione non può essere considerata esecutiva a tutti gli effetti per gli impianti di processo e per i relativi impianti elettrici, avendo essi caratteristiche proprie in funzione delle tecnologie e delle soluzioni proprie dell'offerente. Da ciò ne deriva che l'appaltatore dovrà rielaborare la documentazione esecutiva-costruttiva adeguandola alle apparecchiature da lui fornite. Questo vale anche per tutte le opere elettriche, di misurazione e di automazione relative agli impianti di processo nonché per tutte le interfacce fra gli impianti di processo, le opere edili e gli impianti meccanici.

Tutti i documenti tecnici necessari per la costruzione, fabbricazione, fornitura, consegna, montaggio e la messa in esercizio dell'impianto, dovranno dunque essere elaborati a cura dell'appaltatore in modo dettagliato e secondo le regole di buona ingegneria e sottoposti al direttore lavori per approvazione.

In caso di necessità il committente potrà richiedere un'ulteriore documentazione integrativa.

L'appaltatore è ritenuto l'unico responsabile della correttezza dei documenti elaborati.

14.2.1 Approvazione dei documenti

I documenti riguardanti la progettazione, la costruzione, l'installazione e il funzionamento dell'impianto dovranno essere approntati dall'Appaltatore in tempo utile per permettere sia l'approvazione del Committente, sia la costruzione dell'impianto entro i tempi prestabiliti.

In linea di massima tale termine di "tempo utile", da verificare dopo la data di consegna, è fissato in 15 giorni.

La documentazione da sottoporre ad esame dovrà essere presentata in triplice copia cartacea, e su richiesta anche in formato elettronico.

Qualora sia rilasciato il "nulla osta all'esecuzione" sulla base di quanto esaminato (con o senza eventuali osservazioni, istruzioni, ecc.), le annotazioni di benestare (data, luogo del rilascio, osservazioni, cambiamenti) dovranno essere annotate sugli originali in un punto bene in vista al di sopra dell'intestazione.

Non è meritevole di approvazione il documento:

- *che si discosti dalla progettazione esecutiva in modo da compromettere, anche parzialmente, le finalità dell'intervento, il suo costo o altri elementi significativi dello stesso progetto esecutivo;*
- *che sia in contrasto con norme di legge o di regolamento in materia edilizia, urbanistica, di sicurezza, igienico sanitaria, superamento delle barriere architettoniche o altre norme speciali;*
- *che sia redatto in violazione di norme tecniche di settore, con particolare riguardo alle parti in sottosuolo, alle parti strutturali e a quelle impiantistiche;*
- *che, secondo le normali cognizioni tecniche dei titolari dei servizi di ingegneria e architettura, non illustri compiutamente i lavori da eseguire o li illustri in modo non idoneo alla loro immediata esecuzione;*
- *nel quale si riscontrino errori od omissioni progettuali;*
- *che, in ogni altro caso, comporti una sua attuazione in forma diversa o in tempi diversi rispetto a quanto previsto dalla progettazione esecutiva.*

In accordo con l'art. 30, comma 2 del capitolato speciale, parte prima, l'approvazione della documentazione dell'Appaltatore da parte del Committente non solleva quest'ultimo dal proprio responsabilità ed obbligo di

garanzia. Viene inoltre ribadito che i lavori verranno eseguiti esclusivamente sulla base della documentazione che avrà ottenuto l'approvazione dalla Direzione Lavori e/o del Committente.

14.2.2 Documenti di conformità

14.2.2.1 Generale

L'Appaltatore deve dimostrare, che l'impianto realizzato rispetta la totalità delle normative vigenti. L'Appaltatore deve inoltre garantire che le componenti fornite secondo il marchio CE, siano conformi alla "Direttiva Macchine" 98/37/EG. I documenti di certificazione sono parte integrante della documentazione finale (= Parte C della documentazione finale).

In accordo con l'art. 25, comma 9.1.1 del capitolato speciale, parte prima, l'Appaltatore è tenuto a fornire per ciascuna delle componenti installate all'interno di macchinari di maggior complessità, oppure che unitamente ad altre componenti costituiscono un'installazione più complessa, una dichiarazione di conformità dal singolo fornitore.

14.2.2.2 Certificati per le forniture elettriche

Le forniture elettriche sono da corredare con i documenti seguenti:

- *certificazioni*
- *omologazioni*
- *licenze richieste*

Al termine dei lavori, e prima del collaudo delle opere, dovrà essere presentato un documento (in originale più tante copie quante ne chiede il contratto) contenente tutti i certificati di collaudo di seguito indicati, che dovrà essere inserito in copia nella documentazione finale:

Fornitura	***Documenti da allegare***
Tutti i quadri di bassa tensione, compresi i quadretti di distribuzione luce e prese, i quadretti a bordo macchina e le cassette di comando locale	Certificato di collaudo, eseguito secondo quanto indicato nelle norme 17-13/1
Tutti i trasformatori ausiliari di isolamento e/o di sicurezza	Certificati di collaudo in fabbrica
Tutti gli interruttori di tipo aperto e di tipo scatolato oltre i 260 A dei quadri	Certificati di collaudo in fabbrica
Tutti i trasformatori TA e TV	Certificati di collaudo in fabbrica
Tutti i cavi	Certificati di collaudo richiesti
Tutti gli strumenti di misura	Certificati di collaudo e bollettino di taratura
Tutte le apparecchiature installate nelle aree classificate	Certificato di conformità ATEX

Gli elenchi di cui sopra sono da ritenersi non esaustivi e puramente indicativi; dovranno quindi essere presentati anche tutti i certificati, le omologazioni, le licenze richieste dalla Direzione Lavori durante il corso o a fine lavori, o, se se ne veda la necessità, eventuale ulteriore documentazione aggiuntiva.

14.2.3 Documentazione finale

14.2.3.1 Contenuto minimo della documentazione finale "as built"

Al termine della costruzione dell'impianto l'appaltatore dovrà consegnare tutta la documentazione progettuale "as built", ossia corrispondente a quanto costruito. L'elenco dei documenti da consegnare sono elencati nella tabella al precedente capitolo 7.2.1.

La documentazione finale sarà presentata per approvazione al direttore lavori, dapprima in forma preliminare entro l'inizio della messa in esercizio e in seguito in forma definitiva entro l'ultimazione dei lavori.

L'appaltatore resterà responsabile per tutti i danni che occorrono durante la gestione dell'impianto da parte del committente, a seguito di una documentazione finale incompleta o errata.

14.2.3.2 Programmi applicativi

I documenti da redigere da parte dell'Appaltatore devono essere elaborati con i seguenti applicativi, su sistema operativo MS Windows:

- *Microsoft® Word*
- *Microsoft® Excel*
- *Per disegni e tavole files con formato DWG, DXF, TIFF e PDF.*

Formati diversi non verranno accettati per la documentazione finale. In tal caso è da prevedere una conversione in uno dei formati citati.

I files creati con Word, Excel o programmi CAD dovranno essere forniti sia nel formato originale modificabile, sia in formato non modificabile (pdf o tiff).

Per tutti i piani di disposizione, gli schemi P&I, gli schemi di processo e gli schemi elettrici sono da utilizzarsi formati grafici vettoriali quali DWG o DXF.

I formati PDF e TIFF sono utilizzati per i documenti che devono essere acquisiti in forma digitale (scanner) come ad esempio estratti da cataloghi.

Prima della trasmissione dei suddetti files, l'Appaltatore è tenuto a svolgere sugli stessi un controllo antivirus.

Durante il periodo di garanzia l'appaltatore è tenuto ad integrare la documentazione finale con gli aggiornamenti che dovessero essere necessari.

15 Modifiche ed aggiunte del progetto

15.1 Variante in corso d'opera

Le varianti in corso d'opera e la loro modalità di esecuzione sono regolamentate dagli art. 63 e 64 della l.p. 17/06/1998 n. 6 e dei corrispondenti articoli del d.p.p. 05/07/2001 n. 41.

15.2 Nuovi prezzi non contemplati nel contratto

Le modalità di determinazione e l'approvazione di eventuali nuovi prezzi sono regolamentate dagli art. 72 e 73 del d.p.p. 05/07/2001 n. 41.

16 Trasporto materiale, imballaggio

Il trasporto sul cantiere di materiali, apparecchiature, macchinari, attrezzature per il montaggio (anche in piccole quantità) potrà avvenire solo in presenza sul cantiere di personale adibito alle operazioni di montaggio, al fine di garantire la corretta movimentazione di materiali e di macchinari.

16.1 Imballaggi

Le apparecchiature, macchinari, strutture o parti di strutture prefabbricate e i materiali per le opere civili comprese le finiture (serramenti, ecc.) saranno preparati per la spedizione in modo da non essere danneggiate durante il trasporto e le operazioni di carico e scarico. Ove necessario, l'imballaggio sarà in grado di garantire una buona protezione contro gli urti e le intemperie durante il trasporto.

16.2 Trasporti

La fornitura dovrà includere il trasporto delle apparecchiature dalle officine di costruzione fino al cantiere di montaggio e comprendere:

- *carico degli automezzi in officina*
- *imballaggio*
- *trasporti*
- *approvazioni del trasporto*
- *assicurazione di contratto*
- *scarico degli automezzi presso il cantiere.*

L'Appaltatore si dovrà inoltre occupare del corretto smaltimento del materiale d'imballaggio.

17 Accettazione dei materiali

I materiali e le forniture da impiegare nelle opere da eseguire dovranno essere delle migliori qualità esistenti in commercio, possedere le caratteristiche stabilite dalle leggi e dai regolamenti vigenti in materia, ed inoltre corrispondere alla specifica normativa del presente capitolato o degli altri atti contrattuali. Si richiamano peraltro espressamente le norme UNI, CNR, CEI e le altre norme tecniche europee adottate dalla vigente legislazione.

L'Appaltatore dovrà presentare per i materiali forniti, se richiesto, adeguate campionature almeno 60 giorni prima dell'inizio dei lavori, ottenendo l'approvazione del direttore dei lavori.

Le caratteristiche dei vari materiali e forniture saranno definite nei modi seguenti:

- *dalle prescrizioni di carattere generale del presente capitolato;*
- *dalle prescrizioni particolari riportate negli articoli seguenti;*
- *dalle eventuali descrizioni specifiche aggiunte come integrazioni o come allegati al presente capitolato;*
- *dagli elaborati grafici, dettagli esecutivi o relazioni tecniche allegati al progetto*
- *dalle voci presenti nel "Elenco prestazioni – Testo esteso" .*

Resta, comunque, contrattualmente stabilito che tutte le specificazioni o modifiche prescritte nei modi suddetti fanno parte integrante del presente capitolato.

Salvo diversa indicazione, i materiali e le forniture dovranno provenire da quelle località che l'Appaltatore riterrà di sua convenienza, purché, ad insindacabile giudizio del direttore dei lavori, ne sia riconosciuta l'idoneità e la rispondenza ai requisiti prescritti.

L'Appaltatore è obbligato a prestarsi in qualsiasi momento ad eseguire o far eseguire presso il laboratorio o istituto indicato, tutte le prove prescritte dal presente capitolato o dal direttore dei lavori sui materiali impiegati o da impiegarsi, nonché sui manufatti, sia prefabbricati che realizzati in opera e sulle forniture in genere.

Il prelievo dei campioni destinati alle verifiche qualitative dei materiali stessi, da eseguire secondo le norme tecniche vigenti, verrà effettuato in contraddittorio e sarà adeguatamente verbalizzato.

L'Appaltatore farà si che tutti i materiali mantengano, durante il corso dei lavori, le stesse caratteristiche richieste dalle specifiche contrattuali.

Qualora in corso d'opera, i materiali e le forniture non fossero più rispondenti ai requisiti prescritti o si verificasse la necessità di cambiare le modalità o i punti di approvvigionamento, l'appaltatore sarà tenuto alle relative sostituzioni e adeguamenti senza che questo costituisca titolo ad avanzare alcuna richiesta di variazione prezzi.

Le forniture non accettate, ad insindacabile giudizio del direttore dei lavori, dovranno essere immediatamente allontanate dal cantiere a cura e spese dell'appaltatore e sostituite con altre rispondenti ai requisiti richiesti.

L'Appaltatore resta comunque totalmente responsabile dei materiali forniti la cui accettazione, in ogni caso, non pregiudica i diritti che la stazione appaltante si riserva di avanzare in sede di collaudo finale.

18 Costruzione e montaggio

18.1 Generalità

L'Appaltatore é responsabile per la riduzione dei rischi concernenti il sito, le persone e i materiali durante tutta la fase di costruzione e di montaggio. L'Appaltatore é tenuto ad elaborare un piano della sicurezza e di preservazione della salute dettagliato per le singole fasi e attività. L'Appaltatore é tenuto ad istruire regolarmente il personale presente sul cantiere sulle misure contro gli infortuni da applicare.

Durante la fase di costruzione e montaggio l'Appaltatore é inoltre tenuto a dare seguito alle seguente richieste e indicazioni.

18.2 Ponteggi, strutture di rinforzo

Tutti i ponteggi e le strutture provvisorie di lavoro dovranno essere realizzati in completa conformità con la normativa vigente per tali opere, e nel rispetto delle norme antinfortunistiche.

18.2.1 Ponteggi metallici

Ponteggi metallici dovranno rispondere alle seguenti specifiche:

- *tutte le strutture di questo tipo con altezze superiori a 20 m dovranno essere realizzate sulla base di un progetto redatto da un ingegnere abilitato;*
- *il montaggio di tali elementi sarà effettuato da personale specializzato;*
- *gli elementi metallici (aste, tubi, giunti, appoggi) dovranno essere contrassegnati con il marchio del costruttore;*
- *sia la struttura nella sua interezza che le singole parti dovranno avere adeguata certificazione ministeriale;*
- *tutte le aste di sostegno dovranno essere in profilati senza saldatura;*
- *la base di ciascun montante dovrà essere costituita da una piastra di area 18 volte superiore all'area del poligono circoscritto alla sezione di base del montante;*
- *il ponteggio dovrà essere munito di controventature longitudinali e trasversali in grado di resistere a sollecitazioni sia a compressione che a trazione;*
- *dovranno essere verificati tutti i giunti tra i vari elementi, il fissaggio delle tavole dell'impalcato, le protezioni per il battitacco, i corrimano e le eventuali mantovane o reti antidetriti.*

18.2.2 Ponteggi a sbalzo

Ponteggi a sbalzo saranno realizzati, solo in casi particolari, nei modi seguenti:

- *le traverse di sostegno dovranno avere una lunghezza tale da poterle collegare tra loro, all'interno delle superfici di aggetto, con idonei correnti ancorati dietro la muratura dell'eventuale prospetto servito dal ponteggio;*
- *il tavolato dovrà essere aderente e senza spazi o distacchi delle singole parti e non dovrà, inoltre, sporgere per più di 1,20 m.*

18.2.3 Puntellature

Puntellature dovranno essere realizzate con puntelli in acciaio, legno o tubolari metallici di varia grandezza solidamente ancorati nei punti di appoggio, di spinta e con controventature che rendano solidali i singoli elementi; avranno un punto di applicazione prossimo alla zona di lesione ed una base di appoggio ancorata su un supporto stabile.

18.2.4 Travi di rinforzo

Travi di rinforzo potranno avere funzioni di rinforzo temporaneo o definitivo e saranno costituite da elementi in legno, acciaio o lamiere con sezioni profilate, sagomate o piene e verranno poste in opera con adeguati ammorsamenti nella muratura, su apposite spallette rinforzate o con ancoraggi adeguati alle varie condizioni di applicazione.

18.3 Sistemi di pulitura dei materiali

Nelle operazioni di pulitura dei singoli materiali l'Appaltatore dovrà osservare, con la massima cura, le indicazioni fornite dalle specifiche tecniche allegate al progetto e le richieste del direttore dei lavori; tali indicazioni sono rivolte alla rimozione di sostanze patogene dalle superfici esposte la cui azione produce un deterioramento costante delle parti attaccate.

In considerazione del fatto che molto spesso gli interventi di pulitura vengono effettuati su materiali già molto degradati tutte queste operazioni dovranno essere precedute da un attento esame delle cause e dello stato di fatto riscontrabile sulle parti da trattare per poi effettuare dei trattamenti adeguati al necessario ripristino senza causare danneggiamenti di natura meccanica o chimica alle superfici interessate.

Gli interventi di pulitura da utilizzare sono indicati nei seguenti tre ordini:

- *primo livello di pulitura con il quale si provvederà alla rimozione di parti incoerenti (particelle atmosferiche e terrose) accumulate per gravità, in conseguenza di precipitazioni atmosferiche o per risalita capillare con depositi salini;*
- *secondo livello di pulitura rivolto alla rimozione di depositi composti da sostanze allogene accumulate con depositi atmosferici penetrati in profondità o con presenza di sali che tendono a legarsi meccanicamente alla superficie dei materiali esposti alterandone in minima parte la natura chimica;*
- *terzo livello di pulitura che riguarda la rimozione dello strato superficiale alterato da sostanze esterne che hanno provocato una mutazione chimica dello strato stesso che genera fenomeni di reazione quali l'ossido di ferro (ruggine) che si forma sulle superfici metalliche o prodotti gessosi (croste) che si formano su materiali lapidei con azione progressiva nel tempo.*

18.4 Montaggi

18.4.1 Generalità

Il montaggio secondo i termini previsti di quanto compreso nel limite di fornitura, comprensivo di tutte le necessarie prestazioni accessorie, è da svolgersi dall'Appaltatore sotto la propria responsabilità.

L'Appaltatore dovrà elaborare una procedura di montaggio da sottoporre all'approvazione del Committente.

L'area di cantiere offre spazi estremamente ristretti per il pre-montaggio. Per questo motivo, l'Appaltatore dovrà organizzarsi in modo che le proprie forniture arrivino a tempo debito sul cantiere (just in time) e che possano essere montate nella loro posizione finale con un dispendio minimo per il pre-montaggio.

È compito dell'Appaltatore condurre l'esecuzione delle prestazioni specificate nel contratto, così come l'organizzazione e il mantenimento dell'ordine sul cantiere e nell'officina di montaggio.

L'Appaltatore è inoltre tenuto alla fornitura delle prestazioni del personale di controllo, del capo cantiere/capo officina, degli specialisti e della manodopera necessaria a quanto specificato entro il limite di fornitura.

La presenza contemporanea di più aziende sull'area di cantiere non deve rappresentare un ostacolo al proseguimento o alla qualità dei lavori. Gli spazi di lavoro, gli impianti e le vie di transito utilizzati sono sempre da assicurare contro eventuali pericoli.

Prima dell'inizio del lavori di montaggio sono da analizzare le interfacce fra le varie componenti, risp. le varie aziende fornitrici, e le stesse devono essere accettate in maniera scritta. Costi supplementari causati da tempi d'attesa di macchinari per il montaggio (come ad esempio gru e veicoli pesanti per il trasporto delle componenti), dovuti all'imprecisione nella realizzazione delle suddette interfacce non verranno accettati dal Committente.

Tutti i materiali, le componenti e i macchinari sono da proteggere durante le fasi di montaggio e di immagazzinamento contro eventuali danneggiamenti provocati da agenti atmosferici, e contro il pericolo di furto. L'Appaltatore è tenuto a svolgere questo compito sotto la propria responsabilità, e corrispondendo gli eventuali costi.

Tutti i residui degli imballaggi, i residui di lavorazione e gli scarti di materiale ottenuti dalla fasi di montaggio sono da smaltire correttamente a carico dell'Appaltatore.

L'Appaltatore è responsabile della pulizia e del mantenimento della stessa, nell'officina di montaggio e nell'area di cantiere. Il Committente è autorizzato a conteggiare all'Appaltatore costi di pulizia derivati delle prestazioni dell'Appaltatore.

18.4.2 Interferenze

Occorre considerare in condizioni in cui gli spazi a disposizione per le operazioni di costruzione e montaggio siano particolarmente limitati, eventuali possibili interferenze. Problemi analoghi potrebbero sorgere anche a causa di fasi montaggio contemporanee con altre imprese o con sub fornitori. In caso di difficoltà occorre prevedere turni di lavoro notturni e durante il fine settimana.

I costi causati da queste possibili interferenze, sono da includere nella formulazione del prezzo di offerta.

18.4.3 Elementi strutturali di fissaggio

Tutti i componenti da installare congiuntamente ad interventi nelle opere civili, sono da specificare e da fornire con congruo anticipo.

18.5 Fine montaggio

L'Appaltatore è tenuto a comunicare al Committente in forma scritta la fine dei lavori di montaggio e l'ottenimento delle autorizzazioni per l'avviamento dell'impianto.

Conseguentemente al ricevimento di questa comunicazione, il Committente potrà fissare il termine per il "Controllo fine montaggi". A tale scopo si rimanda al capitolo "Collaudi".

In funzione del risultato del controllo di fine montaggio, il Committente darà o meno il benestare per l'inizio della fase di messa in esercizio.

Durante le fasi di controllo delle operazioni di montaggio, l'Appaltatore è tenuto a redigere un protocollo, in cui verranno riportati i difetti riscontrati e materiali o prestazioni non conformi a quanto elencato nel contratto. In caso fossero riscontrati difetti importanti, il controllo del montaggio dovrà essere ripetuto dopo la risoluzione di tali problemi.

19 Parte meccanica

19.1 Scelta materiali

La scelta dei diversi tipi di materiali deve essere effettuata in modo da garantirne l'impiego con sollecitazioni di tipo meccanico, termico e chimico.

Sono da impiegare esclusivamente materiali e componenti di nuovo utilizzo.

In generale sono da impiegare plastiche ignifughe con l'aggiunta di inibitori di fiamma.

In zone con pericolo d'incendio è da evitare l'utilizzo di PVC e di altre plastiche alogenate, ad esempio per cablaggi. Eccezioni devono essere sottoposte all'esame del Committente.

Non possono essere utilizzati materiali che contengono amianto (guarnizioni, compensatori, imballaggi).

Possono inoltre essere impiegati solo materiali ed elementi costruttivi, che corrispondono alle leggi e disposizioni nazionali vigenti.

Per quanto riguarda il tipo di materiali impiegati, su incarico della D.L. verrà richiesta all'Appaltatore la presentazione delle schede tecniche e delle relative prestazioni in merito, che verranno quindi approvate con l'emissione di un verbale di accettazione.

20 Protezione contro la corrosione (zincature e verniciature)

20.1 Generalità

Le seguenti prescrizioni valgono per la protezione contro la corrosione di opere edili e di impianti. Le prescrizioni valgono anche per i lavori di protezione contro la corrosione di opere che necessitano di un calcolo di resistenza o di un'omologazione.
Sono considerati trattamenti contro la corrosione:

- *la zincatura a caldo*
- *la verniciatura;*
- *la spruzzatura termica di metalli.*

20.2 Zincature

20.2.1 Zincature a caldo

La carpenteria in acciaio tipo Fe 510, Fe 430 e Fe 360 formata con profili laminati, sezioni aperte o chiuse composte per saldatura, lamiere, barre piene lisce o filettate, unite per bullonatura con bulloni classe 8.8 e 10.9, o saldatura, per la quale sia prevista una protezione dalla corrosione mediante un processo di zincatura a caldo (o mediante sistema "duplex") sarà soggetta, una volta lavorata in officina, ad una preparazione delle superfici mediante trattamenti di: sgrassaggio – decapaggio – flussaggio – essiccamento - preriscaldo, e successivamente zincata a caldo secondo le Norme UNI pr. 14.07.000, EN pr.1029 (futura EN 21461), UNI EN ISO 1461 e riferimenti normativi in esse contenute, per una quantità di zinco non inferiore a 550 g/m2 (spessore non inferiore a 75 μm) per i laminati (profilati laminati a caldo ed a freddo, tubi, piatti, travi saldate ecc.) e non inferiore di 380 g/m2 (spessore non inferiore a 55 μm) per dadi tirafondi, bulloni ecc..

Per garantire il regolare deflusso dello zinco durante le operazioni di zincatura a caldo, sugli elementi strutturali che darebbero luogo a ristagni di zinco si dovranno prevedere opportune forature/aperture sugli elementi strutturali da concordare in posizione e dimensione con la D.L.

Gli eventuali ritocchi in opera verranno effettuati secondo norma UNI EN 22063 mediante spruzzatura a caldo di zinco o mediante una vernice ricca di zinco.

L'Appaltatore comunicherà alla Direzione Lavori l'approntamento del materiale, che verrà da questa collaudato prima della spedizione in cantiere.

Dopo il trattamento sono da evitare lavorazioni meccaniche quali saldature, forature, piegature ecc. su componenti sottoposte a zincatura.

Il ciclo del processo di zincatura sarà così composto:

- *sgrassaggio delle superfici*
- *lavaggio delle superfici*
- *decapaggio acido delle superfici*
- *zincatura, con rispetto dei quantitativi minimi di rivestimento.*

20.2.2 Zincature a freddo

Per il presente progetto le zincature a freddo sono ammesse solo per eventuali piccoli ritocchi da effettuarsi in cantiere e comunque solo in conformità alla UNI EN 22063. Per le riparazioni di superfici zincate a caldo va verificato lo stato della zincatura esistente seguendo idonei procedimenti e si deve stabilire se vada prevista una riparazione oppure un rifacimento parziale o totale. Per la definizione delle riparazioni o rifacimenti parziali va elaborato un concetto di procedimento che va presentato prima dell'inizio lavori alla D.L. Le operazioni potranno essere eseguite solo previa concessione scritta da parte della D.L.

Per il rifacimento totale valgono le definizioni per la zincatura a caldo.

20.3 Verniciature contro la corrosione

20.3.1 Norme

Tutte le componenti in materiale ferroso comprese nel limite di fornitura sono da sottoporre a un trattamento di protezione contro la corrosione.

Nel caso quest'ultimo sia rappresentato da un rivestimento con materiale protettivo, esso deve essere svolto secondo le seguenti norme:

- *UNI EN ISO 8501, 8502, 8503 und 8504, preparazioni per le superfici di acciai e materiali ferrosi prima dell'applicazione di strati di rivestimento*
- *UNI EN ISO 12944, Parti 1-8 e dei riferimenti normativi in essa richiamati, riguardante la protezione di fabbricati in acciaio contro la corrosione mediante rivestimento protettivo*
- *UNI 9863, Prodotti vernicianti. Pitture antiruggine su supporto di acciaio per ambiente urbano o rurale con essiccamento e/o reticolazione a temperatura ambiente. Requisiti per la caratterizzazione e l'identificazione.*

Per l'analisi e il collaudo dei materiali e della qualità del rivestimento si rimanda a quanto specificato nelle rispettive norme.

Le schede tecniche di verniciatura ed il ciclo completo dovranno essere sottoposti al Committente per approvazione.

Qualora si voglia procedere a proteggere le opere metalliche con rivestimenti anticorrosivi di diversa natura, si dovrà darne espressa motivata ragione in sede di presentazione dei cicli di verniciatura.

20.3.2 Sistemi di verniciatura

I cicli di verniciatura da adottare sono in funzione sia del tipo di aggressione ambientale che delle varie funzioni e operazioni assegnate alle opere.

La scelta e l'esecuzione della protezione contro la corrosione su elementi strutturali portanti a parete sottile, sono regolate dalla DIN 55928-8, dovendosi osservare la normativa UNI EN ISO 12944. Vanno inoltre osservate le discipline previste nelle omologazioni generali.

20.3.3 Materiali

Tutti i prodotti di consumo, quali diluenti, vernici, solventi, ecc. potranno essere utilizzati soltanto se contenuti in confezioni sigillate, direttamente provenienti dalla fabbrica della Società produttrice delle vernici.

Le vernici, sia che siano fornite già mescolate, o che siano fornite con gli ingredienti in recipienti separati, prima dell'uso, dovranno essere preventivamente mescolate o miscelate al fine di renderle omogenee e di consistenza uniforme.

Durante l'applicazione dovranno essere frequentemente agitate.

La diluizione, qualora necessaria, dovrà essere fatta esclusivamente con il tipo di diluente consigliato dal fornitore di vernici e nella quantità raccomandata.

L'aggiunta di diluente dovrà avvenire durante il processo di miscelatura ad omogeneizzazione delle vernici.

20.3.4 Modalità di esecuzione dei lavori

Di norma il rivestimento protettivo verrà applicato attraverso un'unica lavorazione.

Sono da evitare sulle componenti rivestite lavorazioni meccaniche successive al rivestimento, quali saldature, forature, piegature ecc.

Tutte le superfici da proteggere dovranno essere preventivamente sottoposte ad un trattamento idoneo a rimuovere completamente da tutte le zone, ivi comprese quelle di difficile accessibilità, ossido, scorie residue dai cordoni di saldatura, incrostazioni e depositi di varia natura.

Tutte le superfici ferrose per le quali risulterà impossibile eseguire il trattamento di sabbiatura, previa autorizzazione della Direzione dei Lavori, saranno spazzolate.

I supporti da verniciare dovranno essere perfettamente asciutti e la temperatura ambiente non dovrà superare i +40 °C e non dovrà essere inferiore a +5 °C.

Non si dovrà procedere alla verniciatura in presenza di pioggia, nebbia, rugiada, vento e su superfici umide.

Il lavoro di verniciatura dovrà essere eseguito accuratamente impiegando mano d'opera specializzata ed eseguito a perfetta regola d'arte, con idonei materiali e con esperte maestranze. La formazione di pori sono da evitare.

Si dovranno particolarmente evitare colamenti, sgocciolamenti, ondulazioni ed altri difetti d'applicazione.

Per i cicli di verniciatura a più riprese di vernice, si dovrà lasciar trascorrere tra l'applicazione di una mano e l'altra, il tempo necessario per il sufficiente indurimento della pellicola sottostante, affinché la stessa sia idonea a ricevere la successiva mano.

Il film protettivo dovrà risultare perfettamente ancorato al supporto verniciato.

I colori di ciascuna ripresa dovranno essere tra loro differenti onde permettere un primo controllo visivo.

Per evitare danni alle superfici rivestite, vanno rimosse il più velocemente possibile le scorie residue dai cordoni di saldatura utilizzati per le fasi di montaggio

Eventuali danni ai rivestimenti provocati dalle fasi di trasporto, di montaggio e di messa in esercizio, dovranno essere riparati da una ditta specializzata.

Qualora si debbano effettuare a distanza di tempo dei ritocchi o dei rifacimenti, la superficie da ripristinare dovrà essere trattata con opportuni preparati, in grado di provocare un parziale rinvenimento chimico del film di pittura.

I lavori che la Direzione dei Lavori giudicherà non eseguiti a perfetta regola d'arte dovranno essere rifatti o ripristinati a cura e spese dell'Appaltatore.

20.3.5 Garanzie

Il fornitore dovrà garantire la rispondenza delle protezione alle condizioni ambientali d'installazione.

L'Appaltatore garantirà che i rivestimenti saranno in tutto conformi alle presenti prescrizioni e garantirà che la durata del rivestimento protettivo sarà almeno di cinque anni dal certificato di fine lavori. Conformemente alla norma UNI EN ISO 4628, dovrà essere garantito un grado di protezione Ri 1.

Nel caso in cui, a causa di danneggiamenti meccanici non imputabili all'Appaltatore, lo strato di rivestimento protettivo venga danneggiato causando fenomeni legati alla corrosione, lo stesso non sarà ritenuto responsabile per il mancato di quanto precedentemente riportato.

20.3.6 Trattamenti speciali delle superfici

20.3.6.1 Protezione dalla corrosione con sistemi "Duplex" (zincatura a caldo e verniciatura)

Per le strutture metalliche per le quali è prescritta una protezione dalla corrosione supplementare si applica il sistema ciclo "duplex": zincatura a caldo più verniciatura.

20.3.6.2 Protezione dalla corrosione e dal fuoco con sistemi "Duplex"

Per le strutture metalliche per le quali è prescritta una protezione dalla corrosione e dal fuoco si applica il sistema ciclo "duplex": zincatura a caldo plus verniciatura intumescente secondo la descrizione nel Capitolato speziale per opere pubbliche, parte II-C1 (Opere civili).

20.3.6.3 Verniciature di protezione per il trasporto

Durante il trasporto e l'immagazzinamento sarà necessario tenere conto di diverse condizioni, come per esempio:

- *frequente brina*
- *più elevate o più basse temperature rispetto a quelle sopra menzionate*
- *elevato inquinamento dell'aria mediante polvere, fumo, particelle corrosive oppure radioattive, vapore e sale*
- *influenza di campi elettrici o magnetici*
- *radiazioni (p.e. radiazioni solari, radioattive, ecc.)*
- *influenze di insetti*
- *forti vibrazioni o sollecitazioni d'urto.*

Parti in acciaio grezzo, cioè senza nessun tipo di trattamento, saranno alternativamente da trasportare all'interno di un idoneo imballaggio protettivo, oppure saranno da trattare prima del trasporto con un rivestimento contro la corrosione.

20.3.6.4 Piccoli parti

Piccole parti accessorie necessarie al montaggio (viti, bulloneria, ecc.) sono da trattare con olio protettivo, e da conservare in un imballaggio protettivo.

Parti in gomma sono da trattare e imballare con talco.

20.3.6.5 Acciai inox

In alternativa ai materiali ferrosi da verniciare o zincare, solo se non già espressamente richiesto, potrà essere utilizzato acciaio inossidabile di opportuna composizione, tale comunque da essere compatibile con la corrosività che può derivare dall'ambiente circostante e dal tipo di utilizzo della struttura stessa.

La finitura esterna degli acciai inox dovrà essere liscia, cioè priva di lavorazioni successive.

Solo nell'ipotesi in cui, le parti a vista degli acciai inox presentino evidenti segni di lavorazioni, le superfici dovranno essere spazzolate.

Tutta la bulloneria da posare all'esterno, comprensiva di dadi e rondelle, dovrà essere in acciaio inossidabile.

20.4 Controlli delle saldature

20.4.1 Generalità

L'affidabilità strutturale di un componente dovrà essere garantita da interventi in due fasi distinte:

- *la prima è basata sulla prevenzione ed interviene principalmente in sede di progetto e di costruzione del componente (selezione di materiali adeguati alle condizioni di processo, specificazione accurata delle tecniche di fabbricazione e dei relativi controlli, ecc.)*
- *la seconda è basata sulla diagnostica precoce di eventuali danneggiamenti in atto ed interviene sul componente.*

In questo ultimo caso, la determinazione dello stato complessivo di integrità del componente (in termini di natura, posizione, estensione, ecc. di eventuali danneggiamenti presenti) viene ottenuta con un accurato esame visivo e/o con le informazioni ottenibili anche dalle indagini non distruttive, indirizzando le ispezioni sugli obiettivi diagnostici più importanti ed attuando una scelta ottimale delle tecniche non distruttive da utilizzare.

20.4.2 Strutture in acciaio

In generale, le saldature dovranno essere tutte controllate:

- *visivamente al 100%;*
- *i cordoni d'angolo e a parziale penetrazione dovranno essere controllati con magnetoscopia al 10%;*
- *i giunti a "T" a piena penetrazione dovranno essere controllati almeno al 20% con magnetoscopia e al 100% con radiografie o ultrasuoni.*

Eventuali riduzioni o estensioni dei controlli saranno valutate dalla Direzione Lavori in funzione dei risultati ottenuti.

Per quanto concerne i criteri di accettabilità dei difetti all'esame visivo e magnetoscopico si farà riferimento ai criteri generali contenuti nel D.M. 9/1/96 integrati dalla norma UNI-EN 25817 raggr. B e C.

Per quanto concerne il controllo radiografico valgono le prescrizioni del suddetto D.M. (norme di riferimento UNI 7278 raggr. B per i giunti tesi e F per i giunti compressi).

Nel casi di controllo a ultrasuoni, in mancanza di indicazioni precise nel D.M., si farà comunque riferimento alla UNI-EN 25817 Raggr. B (giunti tesi) e C (giunti compressi).

Per l'esame con ultrasuoni di nodi tubolari saldati a piena penetrazione si farà riferimento a quanto indicato nella norma AWS D 1.1-96.

L'onere per i controlli è totalmente a carico dell'Appaltatore.

Tutti i cordoni di saldatura devono essere punzonati con il numero del saldatore che ha eseguito il giunto.

E' cura dei tecnici dell'Appaltatore eseguire un accurato controllo visivo di tutti i cordoni di saldatura con lo scopo di verificare la correttezza dell'esecuzione, la rispondenza delle dimensioni del cordone di saldatura ai disegni, la presenza di eventuali difetti esterni o interni affioranti.

Sono a totale carico dell'Appaltatore le riparazioni dei cordoni difettosi e il loro controllo dopo la riparazione.

Per controlli non distruttivi di cordoni d'angolo a totale o parziale penetrazione vale quanto segue:

- *qualsiasi tipo di cricca è un difetto inaccettabile,*
- *per l'accettabilità dei difetti di altra natura, si fa riferimento alle norme UNI-EN e AWS precedentemente riportate per la tipologia di riferimento del giunto in questione;*
- *la entità, la qualità e la dislocazione dei controlli viene decisa dall'Istituto Italiano di Saldatura.*

L'Appaltatore deve facilitare il lavoro degli esecutori dei controlli non distruttivi sulle saldature prendendo opportuni accordi con gli stessi, tramite la D.L., circa l'orario della esecuzione dei controlli stessi e mettendo a loro disposizione, a propria cura e spese, eventuali persone e mezzi per il sollevamento e posizionamento delle apparecchiature e altre attrezzature e/o ponteggi che si rendessero necessari.

L'Appaltatore accetterà il giudizio sulle saldature espresso dalla D.L. o dall'Istituto Italiano della Saldatura.

Nel caso di ripetuti esiti negativi dei controlli non distruttivi sulle saldature, il Cliente si riserva di estendere, a spese dell'Appaltatore, i controlli non distruttivi fino al 100%, di sospendere il lavoro di saldatura e di sostituire i saldatori dell'Appaltatore con altri idonei, il cui costo verrà addebitato interamente all'Appaltatore, unitamente ad ogni altro danno economico che dovesse derivare per ritardi nell'esecuzione del programma lavori.

21 Costruzioni in acciaio

21.1 Generalità

L'Appaltatore è tenuto a consegnare per tutta la fornitura dettagliate prescrizioni riguardanti l'esecuzione delle costruzioni in acciaio. Egli è inoltre tenuto a sorvegliare eventuali subappaltatori garantendo che le costruzioni eseguite da quest'ultimi siano conformi alle prescrizioni consegnate.

Le norme di riferimento per la costruzione delle strutture metalliche sono:

- *Legge 05.11.1971, n. 1086, Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio normale e precompresso ed a struttura metallica*
- *D.M.LL.PP. 09.01.1996, Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche*
- *Circ. M.LL.PP. 15.10.1996, n. 252, Istruzione per l'applicazione delle „Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione e il collaudo delle strutture in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche" di cui al D.M. 09.01.1996.*
- *D.M.LL.PP. 04.05.1990, Aggiornamento delle norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo di ponti stradali*
- *Circ. M.LL.PP. 25.02.1991, n. 34233, Legge 02.02.1974, n.64 – art. 1 D.M. 04.05.1990 – Istruzioni relative alla normativa tecnica dei ponti stradali*
- *UNI ENV 1993 Eurocode 3: Progettazione delle strutture di acciaio, Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici*
- *UNI ENV 1994 Eurocode 4: Progettazione delle strutture composte acciaio-calcestruzzo, Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici*
- *UNI ENV 1090-1:2001: Esecuzione di strutture in acciaio, Parte 1: Regole generali e regole per gli edifici*
- *UNI ENV 1090-2:2001: Esecuzione di strutture in acciaio, Parte 2: Regole supplementari per componenti e lamiere di spessori sottile formati a freddo*
- *UNI ENV 1090-3:2001: Esecuzione di strutture in acciaio, Parte 3: Regole supplementari per gli acciai ad alta resistenza allo snervamento*
- *UNI ENV 1090-4:2001: Esecuzione di strutture in acciaio, Parte 4: Regole supplementari per strutture reticolari realizzate con profilati cavi*
- *UNI ENV 1090-5:2001: Esecuzione di strutture in acciaio, Parte 5: Regole supplementari per ponti*
- *UNI ENV 1090-6:2001: Esecuzione di strutture in acciaio, Parte 6: Regole supplementari per acciaio inossidabile*
- *CNR 10011/97: Costruzioni in acciaio. Istruzioni per il calcolo, l' esecuzione, il collaudo e la manutenzione*
- *CNR 10022/84: Profili di acciaio formati a freddo. Istruzioni per l'impiego nelle costruzioni*
- *CNR 10016/98: Strutture composte di acciaio e calcestruzzo. Istruzioni per l'impiego nelle costruzioni*

- *CNR 10029/87: Costruzioni di acciaio ad elevata resistenza. Istruzioni per il calcolo, l'esecuzione, il collaudo e la manutenzione*
- *CNR 10018/99: Apparecchi di appoggio per le costruzioni. Istruzioni per l'impiego.*

In particolare, i materiali base, le cui caratteristiche sono indicate negli Elaborati Grafici di progetto, dovranno essere forniti con certificato secondo il suddetto D.M. e dovranno essere identificabili presso il Costruttore; la D.L. si riserva comunque di effettuare prelievi di campioni da sottoporre ad analisi chimiche e prove meccaniche con oneri a carico dell'Appaltatore.

I costruttori della carpenteria saldata dovranno in generale rispettare i requisiti della norma EN 729-3 (o 729-2 se qualificati in accordo alle norme ISO-EN 9000), con particolare riferimento ai seguenti punti:

- *disponibilità di personale addetto alle attività di saldatura competente e con specifica conoscenza delle normative richiamate nel presente Capitolato;*
- *disponibilità di attrezzature per la preparazione, la saldatura, la movimentazione ed il montaggio delle strutture;*
- *applicazione di procedure adeguate per lo stoccaggio e l'identificazione del materiale base ed eventuale rintracciabilità;*
- *applicazione di procedure adeguate per lo stoccaggio ed il condizionamento dei materiali d'apporto;*
- *preparazione di un piano di fabbricazione e controlli con la raccolta delle specifiche di saldatura che verranno utilizzate in produzione.*

La redazione dei calcoli e dei disegni esecutivi, nonché degli elaborati grafici "esecutivi di officina" sono a carico dell'Appaltatore ed andranno sottoposti alla insindacabile approvazione del Progettista e della D.L..

Tutti i metalli dovranno essere lavorati con regolarità di forme e di dimensioni, nei limiti delle tolleranze consentite ed in accordo con le prescrizioni della normativa specifica.

I disegni di officina, nonché l'elaborazione di calcoli e disegni di dettaglio delle proposte di variante sono a carico dell'Appaltatore.

21.2 Materiali e lavorazioni

Tutte le strutture metalliche dovranno essere rispondenti a quanto prescritto dagli elaborati di progetto di cui il presente Capitolato fa parte, ed alla normativa vigente. Le superfici metalliche dovranno essere esenti da scaglie, cricche e ripiegature.

Sarà tollerata la presenza di lievi sporgenze, rientranze, rigature e vaiolature purché non venga superata la tolleranza sullo spessore prescritta dalle norme vigenti.

Tutti i metalli dovranno essere lavorati con regolarità di forme e di dimensioni e nei limiti delle tolleranze previste dal progetto.

Il raddrizzamento e lo spianamento, quando necessari, dovranno essere fatti con dispositivi agenti per pressione; non saranno ammessi riscaldamenti locali.

I tagli potranno essere eseguiti meccanicamente o ad ossigeno, nel caso di irregolarità questi verranno rifiniti con la smerigliatrice. Le superfici di laminati diversi, di taglio o naturali, destinate a trasmettere per mutuo

contrasto forze di compressione, dovranno essere piallate, fresate, molate o limate per renderle perfettamente combacianti.

I fori per i chiodi e bulloni saranno eseguiti con il trapano, avranno diametro inferiore di almeno 3 mm. a quello definitivo e saranno successivamente rifiniti con l'alesatore; salvo diverse prescrizioni non è consentito l'uso della fiamma ossidrica per le operazioni di bucatura. I pezzi destinati ad essere imbullonati in opera dovranno essere marcati in modo da poter riprodurre, nel montaggio definitivo, le posizioni di officina all'atto dell'alesatura dei fori.

Dovrà essere presentata copia dei certificati di collaudo degli acciai per quanto riguarda le caratteristiche meccaniche, il metodo di fabbricazione e le composizioni chimiche, secondo quanto previsto dalla Normativa Vigente.

Le operazioni di piegatura e spianamento dovranno essere eseguite per pressione; qualora fossero richiesti, per particolari lavorazioni, interventi a caldo, questi non dovranno creare concentrazioni di tensioni residue.

Le superfici, o parti di esse, destinate a trasmettere sollecitazioni di qualunque genere, dovranno combaciare perfettamente.

I giunti e le unioni degli elementi strutturali e dei manufatti verranno realizzate con:

- *saldature eseguite ad arco, automaticamente o con altri procedimenti approvati dal direttore dei lavori; tali saldature saranno precedute da un'adeguata pulizia e preparazione delle superfici interessate, verranno eseguite da personale specializzato e provvisto di relativa qualifica, le operazioni di saldatura verranno sospese a temperature inferiori ai -5°C e, a lavori ultimati, gli elementi o le superfici saldate dovranno risultare perfettamente lisci ed esenti da irregolarità;*
- *bullonatura che verrà eseguita, dopo un'accurata pulizia, con bulloni conformi alle specifiche prescrizioni e fissati con rondelle e dadi adeguati all'uso; le operazioni di serraggio dei bulloni dovranno essere effettuate con una chiave dinamometrica;*
- *chiodature realizzate con chiodi riscaldati (con fiamma o elettricamente) introdotti nei fori e ribattuti.*

La posa in opera dei manufatti comprenderà la predisposizione ed il fissaggio, dove necessario, di zanche metalliche per l'ancoraggio degli elementi alle superfici di supporto e tutte le operazioni connesse a tali lavorazioni.

Dovranno essere inoltre effettuate prima del montaggio le operazioni di ripristino della verniciatura o di esecuzione, se mancante, della stessa; verranno infine applicate, salvo altre prescrizioni, le mani di finitura secondo le specifiche già indicate per tali lavorazioni.

La zincatura nelle parti esposte o dove indicato sarà eseguita, a carico dell'appaltatore, per immersione in bagno di zinco fuso e dovrà essere realizzata solo in stabilimento.

Tutte le strutture in acciaio o parti dovranno essere realizzate in conformità alle già citate leggi e normative vigenti per tali opere.

Le caratteristiche dei materiali in ferro sono fissate dalle seguenti specifiche.

21.2.1 Ferro - Acciaio

I materiali ferrosi da impiegare dovranno essere esenti da scorie, soffiature e qualsiasi altro difetto di fusione, laminazione, profilatura e simili.

Le caratteristiche degli acciai per barre lisce o ad aderenza migliorata, per reti elettrosaldate, fili, trecce, trefoli, strutture metalliche, lamiere e tubazioni dovranno essere in accordo con la normativa vigente.

21.2.2 Acciai

Saranno definiti acciai i materiali ferrosi contenenti meno dell'1,9% di carbonio; le classi e le caratteristiche relative saranno stabilite dalle norme già citate alle quali si rimanda per le specifiche riguardanti le qualità dei vari tipi e le modalità delle prove da eseguire.

Nell'impiego e durante la posa dei materiali dovranno essere tenute nella dovuta considerazione possibili problemi di incompatibilità fra diversi materiali e l'acciaio. L'Appaltatore è tenuto a prendere le misure necessarie al fine di evitare l'usura dei materiali dovuta alle citate incompatibilità.

21.2.3 Acciaio inossidabile

Presenta un contenuto di cromo superiore al 12% ed elevata resistenza all'ossidazione ed alla corrosione; dovrà essere conforme alle norme citate.

Nel caso dell'acciaio inossidabile esistono delle condizioni strutturali del materiale stesso che lo rendono estremamente resistente a processi di corrosione o deterioramento; l'unico aspetto di incompatibilità di rilievo è determinato dalla poca aderenza della calce o malte con composti di calce sulla superficie dell'acciaio stesso a causa della difficoltà di aggrappaggio.

Anche nell'acciaio inossidabile esiste un rischio ridotto di ossidazione che può verificarsi per imperfezioni o motivi meccanici (al di sotto dello strato di ossido di cromo) di difficile visibilità e quindi con un livello elevato di pericolosità.

21.3 Esecuzione di lavori

21.3.1 Generalità

Dal punto di vista realizzativo si sottolinea quanto segue:

- *le giunzioni tra le diverse membrature costituenti le strutture metalliche saranno eseguite preventivamente in officina. Per ragioni di trasporto, le strutture potranno essere realizzate in tronconi. Il relativo assemblaggio in opera avverrà mediante giunzioni bullonate;*
- *il comportamento d'insieme del complesso edilizio e delle singole membrature, dal punto di vista delle deformazioni, degli eventuali movimenti differenziali e dello stato di sollecitazione, dovrà essere uguale o migliore a quello illustrato nel progetto esecutivo d'appalto;*
- *prima di procedere alla costruzione dell'opera, è richiesto all'Impresa sia di ridefinire la lunghezza delle aste (tenendo conto sia delle tecniche di assemblaggio che ogni singola ditta specializzata possiede, sia dell'eventuale sezionamento in tronconi per motivi di trasporto), sia delle conseguenti monte di officina, e conseguentemente di informare la Direzione Lavori del sistema di trasporto e montaggio prescelto. Si fa presente che il peso totale della struttura metallica cosi come progettata è conseguente alla definizione di*

sezioni metalliche dei singoli elementi atte a contenere le deformazioni complessive. Nel caso l'Impresa, per propri motivi produttivi o per aumentare il grado di sicurezza, proponesse di aumentare le sezioni progettate e quindi il peso totale, tale variazione potrà essere ammessa dalla D.L. previe opportune verifiche; rimane sin d'ora concordato però che tale eventuale aumento di peso sarà sopportato dall'Impresa senza costo aggiuntivo per la Committente.

Le caratteristiche dei materiali da utilizzare per l'esecuzione di tutte le opere dovranno essere quelle riportate sulle tavole progettuali.

Particolare attenzione dovrà essere posta alla predisposizione della forometria necessaria per il passaggio degli impianti e di qualsiasi altro elemento, consultando preventivamente tutti gli elaborati strutturali architettonici ed impiantistici. Sono a carico dell'Impresa tutte le prestazioni e l'assistenza in genere necessarie per le operazioni di collaudo siano esse collaudo in corso d'opera e/o collaudo finale. Il collaudo statico sarà eseguito da un collaudatore nominato dalla Stazione Appaltante, mentre tutte le verifiche geometriche e strutturali in senso lato, iniziali, intermedie finali che saranno richieste dalla Direzione Lavori saranno eseguiti dalla Impresa.

Il progetto per officina dovrà essere consegnato, unitamente ai calcoli di verifica, alla Direzione Lavori per la preventiva autorizzazione prima che l'Impresa li metta in lavorazione.

21.3.2 Avvertenze particolari - Fasi di lavoro

Per i fasi di lavoro delle strutture metalliche viene precisato che:

- *non saranno accettate strutture affette da deformazione dei profilati a seguito di urto per manovre errate dei mezzi operativi*
- *non saranno accettate in cantiere membrature che presentino ossidazione delle superfici e/o importanti scalfiture della mano di fondo*
- *il montaggio della struttura portante in genere, compresi i controventi strutturali,. dovrà essere eseguito completamente, prima di procedere alla stesa delle vernici definitive*
- *Particolare cura dovrà essere posta al serraggio degli eventuali bulloni, che avverrà mediante uso della chiave dinamometrica, e particolare attenzione dovrà essere rivolta agli ancoraggi con le opere in c.a. La verifica del serraggio dei bulloni sarà effettuato per campioni significativi a giudizio della D.L.; anche se solo alcune delle verifiche di serraggio dessero esito negativo, e cioè con tiro inferiore al valore prescritto è facoltà della D.L. di imporre la verifica totale delle giunzioni bullonate*
- *una volta montate le strutture è prescritta la ripassatura della verniciatura nelle zone in cui fosse stata asportata o scalfita*
- *Non saranno accettate membrature che dovessero presentare il distacco della vernice, anche solo a zone.*

21.3.3 Prescrizioni speciale

Per il montaggio delle strutture metalliche viene precisato che:

- *per le giunzioni in opera con bulloni ad alta resistenza, salvo che non sia diversamente specificato, devono essere applicate le leggi e le norme vigenti relative alle prescrizioni per l'esecuzione dei collegamenti ad attrito con bulloni ad alta resistenza con l'avvertenza che, salvo che non sia*

diversamente precisato, la preparazione in cantiere delle superfici dei giunti e dei relativi coprigiunti, deve avvenire a mezzo sabbiatura al metallo bianco, da effettuarsi non oltre due ore prima del serraggio a coppia dei bulloni dei giunti stessi.

- *per le giunzioni in officina ed in opera realizzate mediante saldatura devono essere seguite le prescrizioni riportate più avanti e le istruzioni dell'Istituto Italiano della Saldatura. In caso di conflitto fra le suddette prescrizioni ed istruzioni e quanto previsto a progetto, l'Appaltatore comunicherà il fatto alla D.L. che dirimerà la questione di concerto con l'Istituto Italiano della Saldatura. L'IIS fornirà tempestivamente le proprie considerazioni sulle metodologie da seguire e interverrà in officina ed in cantiere secondo un programma che verrà concordato con il Cliente e reso noto all'Appaltatore..*

Salvo che non sia diversamente indicato nel progetto, il sistema di montaggio viene lasciato alla libera scelta dell'Appaltatore il quale, però, deve concordare con il Progettista delle opere, tutti i dettagli necessari a chiarimento del metodo di montaggio prescelto. Il Progettista e la Direzione Lavori potranno approvare o meno la metodologia proposta in funzione delle caratteristiche del progetto. Tutte le opere provvisionali, varianti, modifiche ed aggiunte, rinforzi, predisposizione anche dal punto di vista logistico (quale acquisizioni ed adeguamento delle aree di cantiere) od altro che si rendesse necessario per il montaggio delle strutture sono a carico dell'Appaltatore sia dal punto di vista progettuale che esecutivo.

21.4 Tolleranze

21.4.1 Tolleranze dei singoli elementi

Salvo quanto maggiormente dettagliato nel progetto, viene ammessa la tolleranza dell'1°/°° (uno per mille) per ogni elemento di struttura sia verticale che orizzontale, senza che gli scarti tollerati, tra elementi contigui, si sommino. Qualora ciò non si verificasse l'Appaltatore deve provvedere, a propria cura e spese, a tutto quanto necessario per eliminare l'inconveniente procedendo a controlli di verticalità, orizzontalità ed al controllo delle diagonali.

21.4.2 Tolleranze di montaggio

L'Impresa dovrà rispettare le tolleranze di esecuzione previste dalla normativa vigente. Come limite superiore vengono in ogni caso ammesse le seguenti tolleranze:

- *Lo scarto di tracciamento dei punti perimetrali di una costruzione dovrà essere inferiore a 2 cm sulla lunghezza dell'edificio, con un max di 1 cm su di una campata.*
- *Tolleranze ammesse nella struttura montata:*
  - *verticalità pilastri: ± 0,2 cm in sommità*
  - *lunghezza travi: ± 0,5 cm*
  - *tolleranza assi pilastri: ± 0,2 cm su un campo*
  - *tolleranza assi pilastri: ± 1,0 cm su un lato del fabbricato*
  - *lunghezza pilastri: ± 0,5 cm*
  - *quota estradosso capriate: ±0,5 cm*
  - *altezza travi: ± 0,5 cm*

E' a totale carico dell'Impresa fornire la progettazione di officina delle strutture in carpenteria metallica e sottoporre i disegni alla preventiva approvazione del Direttore dei Lavori.

21.5 Scale

I percorsi delle scale sono di regola da prevedere in direzioni rettilinee. Scale circolari sono da evitare.

Dopo al massimo 15 scalini sono da prevedere pianerottoli.

Le scale sono da prevedere lateralmente con listelli di protezione.

Esecuzione:

- Angolo di inclinazione max 40°
- Altezza scalini 200 mm
- Scalini secondo DIN Forma A
- Grandezza scalino 240 mm
- Altezza scala max. 3 m
- Numero di scalini max. 15
- Capacità di carico min. 4 kN/m^2

Il fissaggio dei grigliati di accesso alle scale deve essere effettuato con viti, ranelle e bulloni.

Scale a pioli:

- *Scale a pioli devono essere previste solo in casi eccezionali e in accordo con il committente*
- *Scale di soccorso scendenti devono essere sbarrate tramite un cancello munito di ritorno a molla e di punto di fissaggio in posizione chiusa.*

21.5.1 Parapetti

Tutte le scale e i pianerottoli sono da assicurare con parapetti. Nella zona in cui si trovano aperture per il montaggio sono da prevedere dispositivi di sicurezza contro la caduta (ad esempio barricata ad incastro). Il corrimano deve essere continuo lungo tutto il perimetro del parapetto (nessun ostacolo e nessuna interruzione causati dai paletti di sostegno).

Attuazione:

- Forma secondo UNI EN ISO 14122-3
- Altezza 1'100 mm
- Altezza listello di base 100 mm
- Numero listelli intermedi 2 Pezzi
- Corrimano In tubo
- Pressione orizzontale (Assunzione carico) 0,5 kN/m

Tutti cambiamenti di direzione e le terminazioni sono da realizzare con curvature saldate.

21.5.2 Griglie

Tutte le scale e i pianerottoli sono da ricoprire con griglie.

Alfine di minimizzare la possibilità di errore nella posa, la geometria dei singoli elementi del grigliato non deve essere quadrata. Sono da applicare grigliati normati.

Esecuzione delle griglie in acciaio per scale e piattaforme per la manutenzione:

- *Tipo* *griglia pressata*
- *Carico minimo per camminamenti* *3,5 kN/m2*
- *Carico minimo per vie di trasporto* *5,0 kN/m2*
- *Resistenza alla trazione dell'acciaio* *min. 500 N/mm2*
- *Zincatura a caldo in bagno di zinco* *min. 70 µm*
- *Altezza del supporto portante min.* *40 mm*
- *Larghezza maglie* *30 x 30 mm*
- *Griglie con profilo rinforzato*
- *In ingresso scala profilo forato di sicurezza sul primo scalino*

Intagli e risparmi nelle griglie sono da prevedere prima del trattamento di zincatura a caldo e devono essere dotati di idonea intelaiatura.

Dopo il trattamento di zincatura non sono permesse ulteriori lavorazioni (fori, saldature, tagli,ecc.). Griglie sottoposte a questo tipo di operazioni sono da sottoporre nuovamente a trattamento di zincatura.

Griglie autoportanti sono da prevedere.

La costruzione dei singoli moduli delle griglie è da accordare con il Committente.

Fra i vari elementi della griglia si deve prevedere un gioco di al massimo 5 mm, e tutte le griglie devono essere assicurate contro lo spostamento ed il ribaltamento con sistemi di fissaggio in acciaio inossidabile.

Il fissaggio di scalini in grigliato deve essere eseguito con viti, bulloni , ranelle e piastre di posizionamento.

21.6 Controlli delle strutture in montaggio

21.6.1 Generalità

Il Committente si riserva la facoltà di procedere, in corso d'opera e/o a fine lavori, a controlli delle strutture montate, per i quali l'Appaltatore sarà tenuto a mettere a disposizione, a propria cura e spese, personale, mezzi, attrezzature, ponteggi e quant'altro necessario per rendere possibili i controlli stessi.

L'eventuale rifiuto da parte dell'Appaltatore procrastina la compilazione del verbale finale di accettazione ed i pagamenti relativi, con il diritto da parte del Committente a procedere a detti controlli con mezzi e personale proprio, addebitando quindi all'Appaltatore le spese relative.

A tutti gli effetti per l'Appaltatore, viene considerata liberatoria l'accettazione delle strutture da parte del Committente in subordine all'accettazione finale ed all'esito positivo del collaudo finale.

21.6.2 Requisiti di accettazione di materiali e componenti

Tutti gli elementi in acciaio dovranno essere esenti da difetti che possano pregiudicare la resistenza e la durata delle membrature e risponderanno alla normativa vigente per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e le strutture metalliche e alle normative tecniche specifiche quali ad esempio le norme UNI – UNI CNR – ENV vigenti.

21.6.3 Controlli sui materiali

Per i controlli ci si atterrà a quanto previsto nel D.M. 09.01.1996.

I prelievi dei campioni necessari per i controlli distruttivi avverranno prima della posa in opera delle membrature stesse.

L'esame e verifica da parte della Direzione lavori dei progetti delle varie strutture non esonera in alcun modo l'Appaltatore dalle responsabilità ad esso derivanti per legge, e per le precise pattuizioni del contratto, restando contrattualmente stabilito che, malgrado i controlli di ogni genere eseguiti dalla Direzione dei Lavori nell'esclusivo interesse del Committente, l'Appaltatore stesso rimane unico e completo responsabile delle opere, sia per quanto ha rapporto con la loro progettazione e calcolo, che per la qualità dei materiali e la loro esecuzione; di conseguenza esso dovrà rispondere degli inconvenienti che avessero a verificarsi, di qualunque natura e importanza, e delle conseguenze che potessero risultare.

21.6.4 Collaudo degli elementi in acciaio

In riferimento alla normativa tecnica vigente ed alle regole di buona tecnica, le operazioni di collaudo consistono nel controllare la perfetta esecuzione del lavoro e la sua corrispondenza con i dati di progetto, nell'eseguire prove di carico e nel compiere ogni altra indagine che il collaudatore ritenga necessaria.

Sono a carico dell'Appaltatore gli oneri per e prove di carico relative ai collaudi statici che verranno effettuati sulle strutture, comprensivi dei mezzi di sollevamento, delle attrezzature di carico, delle necessarie zavorre per effettuare le prove e del personale.

Le prove di carico hanno luogo di regola non prima dei controlli prescritti sui materiali, sulle saldature e sulle giunzioni.

Nelle prove la costruzione deve essere possibilmente caricata nei modi previsti nella progettazione ed in generale in modo tale da determinare le massime tensioni o le massime deformazioni.

La lettura degli apparecchi di misura (flessimetri od estensimetri) sotto carico dev'essere ripetuta fino a che non si verifichino ulteriori aumenti nelle indicazioni.

La lettura delle deformazioni permanenti, dopo la rimozione del carico dev'essere ugualmente ripetuta fino a che non si verifichino ulteriori ritorni.

Qualora si riscontrino deformazioni permanenti notevoli, la prova di carico dev'essere ripetuta per constatare il comportamento elastico della struttura.

Il confronto tra le deformazioni elastiche (consistenti nelle differenze tra le deformazioni massime e le permanenti) e le corrispondenti deformazioni calcolate in base all'art. 34, fornisce al collaudatore un criterio di giudizio sulla stabilità dell'opera.

In riferimento a quanto prescritto dall'art. 28 della legge 11 febbraio 1994, n. 109, già modificato dall'art. 9 della legge 18 novembre 1998 n. 415, il collaudo finale deve comunque avere luogo entro e non oltre sei mesi dall'ultimazione dei lavori.

22 Training del personale

L'istruzione del personale del Committente è considerato parte integrante della fornitura.

L'Appaltatore è tenuto a formare persone del committente, suddivisi in operatori d'esercizio e personale di manutenzione. L'istruzione dovrà avvenire in piccoli gruppi di massimo 6 persone. I temi dell'istruzione sono relativi a:

- *conoscenze tecniche sulla base della documentazione prodotta dall'Appaltatore*
- *conoscenze pratiche del componenti installate sull'impianto*

L'Appaltatore è tenuto a produrre un programma di formazione, che dovrà comprendere e descrivere dettagliatamente tutte le attività necessarie per istruire adeguatamente il personale del Committente, in funzione della gestione autonoma dell'impianto. L'Appaltatore dovrà considerare nel suo piano d'istruzione la disponibilità scaglionata del personale del Committente dovuta all'esercizio del vecchio impianto fino alla messa a disposizione di quello nuovo.

Il piano dovrà illustrare (elenco indicativo e non esaustivo):

- *le attività teoriche e pratiche previste*
- *la loro durata*
- *il materiale didattico fornito*
- *le competenze di base richieste*
- *la qualifica ed esperienza degli istrutori e il rilascio dell'attestato, mettendo in evidenza il programma di istruzione nelle attività operative (manutenzioni, riparazioni, ecc..)*
- *il consenso a contattare da parte del Committente sub fornitori e Ditte costruttrici (visite agli impianti, seminari tecnici, ecc.).*

L'appaltatore si farà carico di tutte le spese connesse alla completa formazione del personale del committente.

23 Collaudi

23.1 Generalità

23.1.1 Pre collaudo eseguito dal Fornitore / Appaltatore

Al fine di evitare la ripetizione dei collaudi in presenza del Committente o dei suoi rappresentanti, l'Appaltatore e i suoi sub fornitori sono tenuti ad eseguire dei precollaudi.

23.1.2 Strumentazione necessaria

Tutte le strumentazioni e le apparecchiature richieste, che risultano necessarie allo svolgimento dei collaudi, saranno da fornire da parte dell'Appaltatore o dai suoi sub fornitori.

23.1.3 Documentazione da fornire prima del collaudo

La documentazione rilevante per lo svolgimento dei collaudi deve essere consegnata alla direzione lavori una settimana prima dell'inizio del collaudi.

23.1.4 Documentazione da fornire a collaudo avvenuto

La documentazione riguardante gli avvenuti collaudi sarà da presentare al Committente.

23.2 Collaudi durante la fabbricazione

23.2.1 Procedure

Le prove di collaudo durante la fabbricazione presso l'officina dell'Appaltatore e/o dei vari fornitori saranno effettuate per tutte le componenti dell'impianto che il direttore dei lavori o i collaudatori riterranno necessarie.

Per ogni apparecchiatura e per ogni prova dovrà essere allestita una scheda indicante la procedura che si seguirà per la stessa ed i valori prestazionali che si dovranno raggiungere.

Qualora la prova di collaudo abbia esito negativo, essa dovrà essere ripetuta fintanto che i requisiti minimi non sono stati raggiunti.

Nelle prove di collaudo successive potranno essere ripetute, ad insindacabile giudizio del direttore dei lavori o dei collaudatori, una parte o tutte le prove, anche se alcune di queste erano già risultate positive durante il/ i collaudi precedenti.

23.2.2 Prescrizioni minime sui controlli e collaudi

Presso l'officina dell'Appaltatore e/o dei vari fornitori, dovrà essere effettuata un'ispezione intermedia e/oppure finale sulle forniture prefabbricate oppure assemblate alla presenza del direttore dei lavori o del collaudatore. Essa consisterà dei controlli seguenti:

- *Conformità alle prescrizioni vigenti*
- *Esame visivo e dimensionale della fornitura*
- *Verifica della targhettatura e delle marcature prescritte*

- *Controllo della verniciatura/zincatura*
- *Verifica della completezza delle apparecchiature e della presenza di tutti gli accessori*
- *Disponibilità di tutti i certificati richiesti*
- *Verifica dei certificati di collaudo*
- *Verifica della documentazione finale.*

Saranno inoltre effettuate prove funzionali per la verifica delle prestazioni delle macchine e dei sistemi nel loro complesso, che dovranno essere conformi a quanto indicato nelle relative specifiche.

L'Appaltatore dovrà presentare per il collaudo, entro 30 giorni dalla consegna della fornitura, l'elenco delle prove che intenderà effettuare. Il direttore lavori avrà la facoltà di richiedere ulteriori prove che riterrà necessarie.

23.2.3 Apparecchiature elettriche / elettroniche

In aggiunta a quanto citato in precedenza, per le apparecchiature elettriche ed elettroniche saranno previsti in seguenti controlli supplementari:

- *verifiche elettriche e prove funzionali in bianco*
- *esame visivo e dimensionale*
- *controllo del cablaggio e della targhettatura.*

Per le modalità e ed il numero di collaudi si ritiene valido quanto indicato nella guida CEI 64-14, ultima edizione, dal titolo "Guida alle verifiche degli impianti elettrici utilizzatori".

23.2.3.1 Apparecchiature di serie e non di serie (AS/ANS)

Prima del collaudo dovranno essere eseguite tutte le prove necessarie ad approntare l'AS/ANS al collaudo; il collaudo dell'AS/ANS sarà eseguito presso l'officina del costruttore eseguendo come minimo le seguenti prove:

- *verifica a vista della rispondenza alle prescrizioni dell'ordine*
- *verifica a vista della rispondenza integrale tra montaggio e disegni, compresi i collegamenti dei cavi*
- *verifica a vista della presenza e della congruità di tutte le targhette*
- *verifica a vista della corrispondenza delle fasi o della polarità dei circuiti di potenza*
- *controllo del serraggio dei morsetti e della continuità dei collegamenti di messa a terra*
- *verifica delle distanze in aria e superficiali*
- *prova di tenuta alla tensione applicata*
- *verifica dell'efficienza del circuito di protezione*
- *verifica del funzionamento meccanico delle apparecchiature*
- *controllo dei cablaggi*
- *verifica del funzionamento elettrico delle apparecchiature*
- *verifica del corretto intervento di tutte le segnalazioni*
- *verifica della intercambiabilità delle parti estraibili (ove intercambiabilità è richiesta)*
- *verifica della verniciatura*

- *verifica del funzionamento meccanico*
- *prova di controllo dell'AS/ANS, ivi compreso il controllo di cablaggio e prova di funzionamento elettrico.*

L'esito di tutte le prove deve essere annotato su appositi "verbali di controllo" che dovranno poi essere parte integrante della documentazione di fornitura.

23.2.3.2 Documentazione per apparecchiature di serie e non di serie (AS/ANS)

Ad AS/ANS ultimati e prima del collaudo finale, il fornitore dovrà produrre un certificato, sottoscritto da tecnico regolarmente iscritto all'Albo Professionale, dichiarante che tutti i componenti impiegati e la costruzione dell'AS/ANS realizzato nell'ambito della presente specifica, è in toto e perfettamente conforme alle norme ed alle prescrizioni di legge.

Prima di eseguire il lavoro il fornitore dovrà fornire nelle quantità e nei tempi che saranno indicati dal Committente la sotto elencata documentazione:

- *Schemi funzionali, con indicata la marca ed il tipo di tutte le apparecchiature installate*
- *Schemi unifilari sia di potenza, sia di ausiliari di comando*
- *Schemi di cablaggio interno all'AS/ANS*
- *Schemi topografici*
- *Disegni di assieme delle morsettiere dell'AS/ANS, con indicazione delle destinazioni dei conduttori interni e con riportato il nome dell'elenco da allacciare*

23.3 Controllo e verifica delle verniciature

Le verniciature saranno sottoposte ad appropriati controlli e verifiche secondo la norma UNI EN ISO 12944 (parti 1-8) e i riferimenti normativi in essa richiamati, al fine di:

- *verificare lo spessore complessivo degli strati applicati, con media di dieci misure campione entro una superficie di due metri quadri circa*
- *continuità, con assenza di lesioni e porosità dello strato applicato*
- *verificare composizione, diluizione, catalisi, ecc.*

23.4 Controllo di fine montaggi

Durante le fasi di montaggio il direttore dei lavori e i collaudatori incaricati effettueranno i controlli da loro ritenuti necessari e comunque quelli prescritti dalla legge.

In relazione all'esito dei controlli dei montaggi, verrà concordato fra Committente e Appaltatore il via libera per la messa in esercizio a freddo.

23.5 Collaudi funzionali

Il programma delle prove di collaudo che si intendono effettuare dovrà essere consegnato in forma scritta alla direzione lavori 2 settimane prima dell'inizio delle stesse.

I risultati di prove e collaudi, verranno riportati in un apposito verbale.

23.5.1 Oggetto delle prove prestazionali degli impianti elettrici

Oggetto di prove degli impianti saranno tutte le grandezze fisiche e le prestazioni (collaudi) di seguito indicate:

- *Analisi degli schemi e dei piani d'installazione*
- *Verifica della consistenza, della funzionalità e della accessibilità degli impianti*
- *Controllo dello stato degli isolanti e degli involucri*
- *Controllo degli ostacoli e delle misure di protezione mediante distanziamento nei luoghi accessibili a sole persone addestrate*
- *Accertamento dell'idoneità del materiale e degli apparecchi*
- *Verifica dei contrassegni di identificazione, dei marchi e delle certificazioni*
- *Verifica dei gradi di protezione degli involucri*
- *Controllo preliminare dei collegamenti a terra dei componenti di classe 1*
- *Controllo dei provvedimenti di sicurezza nei bagni*
- *Verifica dei tracciati per le condutture incassate*
- *Controllo di sfilabilità dei cavi e delle dimensioni dei tubi e dei condotti*
- *Idoneità delle connessioni dei conduttori e degli apparecchi*
- *Verifica dell'isolamento nominale dei cavi e della separazione fra condutture differenti*
- *Controllo delle sezioni minime dei conduttori e dei colori distintivi*
- *Controllo dell'accessibilità per interventi operativi e di manutenzione*
- *Dispositivi di sezionamento e interruzione conformi a norme CEI 64-8*
- *Apparecchi per il comando e l'arresto di emergenza*
- *Identificazione dei conduttori e dei dispositivi di manovra e di protezione*
- *Verifica delle protezioni contro i contatti indiretti*
- *Verifica delle protezioni contro i contatti diretti*
- *Verifica delle protezioni contro gli effetti termici e l'incendio*
- *Controlli dell'idoneità e della funzionalità dei quadri*
- *Controllo del dimensionamento e dei provvedimenti di protezione dei quadri*
- *Prove di continuità dei circuiti di protezione*
- *Prova di funzionamento alla tensione nominale*
- *Prove d'intervento dei dispositivi di sicurezza e di riserva*
- *Prova di intervento degli interruttori differenziali*
- *Misura della resistenza d'isolamento dell'impianto*
- *Misura della resistenza del conduttore di protezione*
- *Misura della caduta di tensione*
- *Misura dell'illuminamento medio*
- *Controllo del coefficiente di stipamento*

- *Controllo del coordinamento fra correnti d'impiego, portate dei conduttori e caratteristiche d'intervento dei dispositivi di protezione da sovraccarico*
- *Controllo di coordinamento fra correnti di corto circuito e poteri d'interruzione degli apparecchi; correnti di picco e di breve durata massime ammissibili negli ACF*
- *Correnti presunte di corto circuito*
- *Controllo del coordinamento fra correnti di corto circuito, integrale di Joule e sollecitazioni termiche specifiche ammissibili nelle linee durante il corto circuito.*
- *Accertamento dei livelli di selettività dei dispositivi di protezione*
- *Controllo del coordinamento fra impedenza totale dell'anello di guasto e dispositivo d'interruzione del guasto*
- *Verifica delle sezioni del conduttore di terra e dei conduttori di protezione*
- *Controllo del coordinamento fra dispersore di terra e dispositivi d'interruzione del guasto a terra*
- *Misura della resistenza del dispersore.*