



SAL - SOCIETA' ACQUA LODIGIANA S.R.L.
26900 - Lodi - Via dell'Artigianato 1/3 - Loc. San Grato

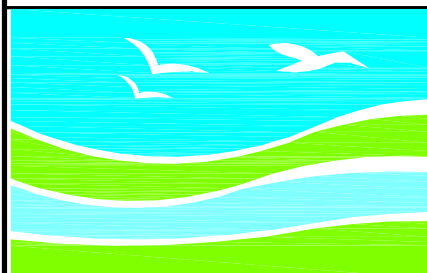
**LAVORI DI AMPLIAMENTO E
ADEGUAMENTO DELL'IMPIANTO
DI DEPURAZIONE IN COMUNE
DI CASTIGLIONE D'ADDA (LO)**

PROGETTO DEFINITIVO

**R15 – DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE
DEGLI ELEMENTI TECNICI**

PROGETTISTA:
DOTT. ING. **FULVIO BERNABEI**

GRUPPO DI LAVORO:
DOTT. ING. **LAURA GRILLI**
DOTT. ING. **GIANLUIGI SEVINI**



DIZETA INGEGNERIA S.r.l.

Via Bassini, 19 – 20133 MILANO Tel. 02-70600125
server@dizetaingegneria.it Fax 02-70600014

DIRETTORE TECNICO:
dott. ing. **FULVIO BERNABEI**

DATA **OTTOBRE 2017**

COMMESSA N° 2017/007	REDATTO
CODICE COMMESSA ESSALCASTIGLIONE	CONTROLLATO
NOME FILE	APPROVATO

Mod. 7.3 G – Rev. 01	REV.	DATA	DESCRIZIONE MODIFICA	REDATTO	CONTR.	APPR.

INDICE

OPERE CIVILI		11
Art 1.	TAGLIO DELLA VEGETAZIONE	12
Art. 1.1.	Generalità	12
Art. 1.2.	Disboscamento e decespugliamento	12
1.2.1.	Disboscamento: modalità esecutive	12
1.2.2.	Decespugliamento: modalità esecutive	14
Art 2.	SCAVI	14
Art. 2.1.	Generalità	14
2.1.1.	Modalità esecutive	16
2.1.2.	Programma di scavo	17
2.1.3.	Variazione delle linee di scavo	17
2.1.4.	Classificazione degli scavi	17
2.1.5.	Smottamenti	18
2.1.6.	Armature di sostegno degli scavi	18
2.1.7.	Interferenze con altri servizi	19
2.1.8.	Attraversamenti	19
2.1.9.	Presenza di strutture e strade nelle vicinanze degli scavi	20
2.1.10.	Rifinitura delle superfici di scavo	21
Art. 2.2.	Scotico e preparazione del piano di posa	21
Art. 2.3.	Scavi di sbancamento	21
Art. 2.4.	Scavi di fondazione a sezione obbligata	21
2.4.1.	Scavi di fondazione	21
2.4.2.	Scavi per tubazioni e canalizzazioni	22
Art. 2.5.	Scavi di cassonetto	22
Art. 2.6.	Armature di sostegno degli scavi con palancole metalliche	22
Art 3.	RINTERRI E RILEVATI	23
Art. 3.1.	Generalità	23
3.1.1.	Modalità esecutive	23
3.1.2.	Prove di accettazione e controllo	24
3.1.3.	Tracciamenti	25
Art. 3.2.	Rinterri e rilevati con materiale proveniente da cava	26
3.2.1.	Caratteristiche dei materiali	26
3.2.2.	Modalità esecutive	27
Art. 3.3.	Rinterri e rilevati con materiale proveniente dagli scavi	27

3.3.1.	Caratteristiche dei materiali	27
3.3.2.	Modalità esecutive	27
Art 4.	DEMOLIZIONI E RIMOZIONI	27
Art. 4.1.	Generalità	28
Art. 4.2.	Modalità esecutive	28
Art 5.	OPERE IN CALCESTRUZZO	29
Art. 5.1.	Normativa di riferimento	29
Art. 5.2.	Generalità	30
Art. 5.3.	Materiali	30
5.3.1.	Cemento	30
5.3.2.	Aggregati	31
5.3.3.	Acqua di impasto	34
5.3.4.	Additivi	35
5.3.5.	Malte e betoncini a stabilità volumetrica	39
5.3.6.	Malte sigillanti espansive e tenuta idraulica	39
5.3.7.	Materiali per giunti	40
Art. 5.4.	Classi di esposizione	40
Art. 5.5.	Classi di consistenza calcestruzzo	40
Art. 5.6.	Qualifica preliminare dei conglomerati cementizi	40
Art. 5.7.	Controlli in corso d'opera	42
Art. 5.8.	Resistenza dei conglomerati cementizi	43
Art. 5.9.	Durabilità dei conglomerati cementizi	45
Art. 5.10.	Tecnologia esecutiva delle opere	46
5.10.1.	Confezione dei conglomerati cementizi	46
5.10.2.	Trasporto	47
5.10.3.	Posa in opera	48
5.10.4.	Finitura delle superfici del calcestruzzo	53
5.10.5.	Stagionatura e disarmo	54
5.10.6.	Predisposizione di fori, tracce, cavità, ammorsature, oneri vari	55
5.10.7.	Prova sui materiali e sul conglomerato cementizio fresco	56
5.10.8.	Armature per c.a.	57
5.10.9.	Armatura di precompressione	57
5.10.10.	Protezione catodica delle solette di impalcato di ponti e viadotti	58
5.10.11.	Inseriti a tenuta nei calcestruzzi	58
Art 6.	CASSEFORME	58
Art. 6.1.	Casserature per opere in calcestruzzo semplici o armate	58

6.1.1.	Generalità	58
6.1.2.	Tiranti di ancoraggio	59
6.1.3.	Pulizia e lubrificazione	59
6.1.4.	Disarmo	59
Art 7.	FERRO TONDO D'ARMATURA	60
Art. 7.1.	Ferro per opere in cemento armato e Rete elettrosaldata	60
7.1.1.	Generalità	60
7.1.2.	Modalità esecutive	60
7.1.3.	Prove di accettazione e controllo	60
7.1.4.	Certificazioni	61
Art 8.	STRUTTURE PREFABBRICATE	63
Art. 8.1.	Elementi scatolari, canalette e pozzetti prefabbricati	63
8.1.1.	Generalità	63
8.1.2.	Montaggio	64
8.1.3.	Prove di accettazione e controllo	65
Art 9.	OPERE MURARIE E ACCESSORIE	65
Art. 9.1.	Intonacatura	65
9.1.1.	Generalità	65
9.1.2.	Caratteristiche dei materiali	65
9.1.3.	Modalità esecutive	66
9.1.4.	Prove di accettazione e controllo	66
Art. 9.2.	Finitura di superfici in calcestruzzo	66
Art. 9.3.	Pulizia di superfici mediante getto d'acqua a pressione variabile	67
Art. 9.4.	Protezione anticorrosiva dei ferri d'armatura	67
Art. 9.5.	Ripristino superfici in calcestruzzo per ricostruzione copriferro	68
Art 10.	OPERE STRADALI	68
Art. 10.1.	Fondazione stradali in misto granulare stabilizzato	69
10.1.1.	Generalità	69
10.1.2.	Caratteristiche dei materiali	69
10.1.3.	Modalità esecutive	70
10.1.4.	Prove di accettazione e controllo	71
Art. 10.2.	Conglomerato bituminoso per strati di base	71
10.2.1.	Generalità	71
10.2.2.	Caratteristiche dei materiali	71
10.2.3.	Modalità esecutive	74
10.2.4.	Prove di accettazione e controllo	76

Art. 10.3.	Conglomerato bituminoso per strati di collegamento (binder)	78
10.3.1.	Generalità	78
10.3.2.	Caratteristiche dei materiali	78
10.3.3.	Modalità esecutive	81
10.3.4.	Prove di accettazione e controllo	81
Art. 10.4.	Conglomerato bituminoso per strati di usura	81
10.4.1.	Generalità	81
10.4.2.	Caratteristiche dei materiali	81
10.4.3.	Modalità esecutive	84
10.4.4.	Prove di accettazione e controllo	85
Art 11.	OPERE IN CARPENTERIA METALLICA	85
Art. 11.1.	Generalità	85
Art. 11.2.	Caratteristiche dei materiali	86
Art. 11.3.	Modalità esecutive	91
11.3.1.	Strutture	91
11.3.2.	Parapetti metallici	102
11.3.3.	Lamiere e grigliati zincati	102
11.3.4.	Coperture di botole, pozzetti ecc.	102
11.3.5.	Scale alla marinara	103
11.3.6.	Paratoie e panconi metallici	103
Art. 11.4.	Collaudo tecnologico dei materiali	103
Art. 11.5.	Collaudo dimensionale e di lavorazione	103
Art. 11.6.	Prove di carico e collaudo statico delle strutture in acciaio	104
Art 12.	Opere a verde	104
Art. 12.1.	Generalità	104
Art. 12.2.	Opere preliminari	105
Art. 12.3.	Opere sul patrimonio arboreo ed arbustivo esistente	107
Art. 12.4.	Tracciamenti	108
Art. 12.5.	Caratteristiche dei materiali	109
Art. 12.6.	Modalità di esecuzione dei lavori	117
Art. 12.7.	Manutenzioni	123
Art. 12.8.	Garanzia dell'attecchimento	125
Art 13.	TUBAZIONI E PEZZI SPECIALI	125
Art. 13.1.	Tubazioni in Pead	125
13.1.1.	Riferimenti normativi	125
13.1.2.	Caratteristiche	126

Art. 13.2.	Tubazioni in acciaio inossidabile AISI 304L	126
13.2.1.	Riferimenti normativi	126
13.2.2.	Caratteristiche	127
Art. 13.3.	Tubazioni in PEAD per cavidotti interrati	128
Art 14.	Posa in opera delle tubazioni	129
Art. 14.1.	Tracciamenti e scavi	129
Art. 14.2.	Scarico e posa delle tubazioni	130
Art. 14.3.	Giunzioni	131
Art. 14.4.	Lavaggio e disinfezione delle tubazioni	131
Art. 14.5.	Prova delle tubazioni	131
Art. 14.6.	Rinterri	132
OPERE ELETTROMECCANICHE		134
Art 15.	FILTROCOCLEA DA CANALE PER GRIGLIATURA FINE	135
Art 16.	POMPA DI SOLLEVAMENTO AL BIOLOGICO	136
Art 17.	DISSABBIATORE TIPO PISTA CON AIR-LIFT	137
Art 18.	CLASSIFICATORE SABBIE	138
Art 19.	ELETTROSOFFIANTE A CANALE LATERALE	139
Art 20.	MISCELATORE SOMMERSO AD ASSE ORIZZONTALE	140
Art 21.	SISTEMA DI AERAZIONE A PIATTELLI	141
Art 22.	COMPRESSORE VOLUMETRICO A LOBI	142
Art 23.	ELETTROVENTILATORE A TORRINO	143
Art 24.	POMPA DI RICIRCOLO NITRATI	144
Art 25.	CARROPONTE A TRAZIONE PERIFERICA	146
Art 26.	POMPA DI RICIRCOLO FANGHI	147
Art 27.	STAZIONE UV	148
Art 28.	ISPESSIMENTO DINAMICO	150
Art. 28.1.	Miscelatore dinamico e ispessitore dinamico a tamburo rotante	150
Art. 28.2.	Pompa di lavaggio teli	151
Art. 28.3.	Stazione continua di preparazione e dosaggio polielettrolita da emulsione	152
Art. 28.4.	Pompa monovite di alimentazione digestione	152

Art 29.	DISIDRATAZIONE MECCANICA	153
Art. 29.1.	Estrattore centrifugo	153
Art. 29.2.	Pompa mono di alimentazione fanghi	154
Art. 29.3.	Stazione automatica di preparazione soluzione polielettrolita	155
Art 30.	FILTRO SCRUBBER A SECCO	155
Art 31.	STRUMENTAZIONE	157
Art. 31.1.	Misuratore di portata elettromagnetico DN 400	157
Art. 31.2.	Misuratore di portata elettromagnetico DN 350	157
Art. 31.3.	Misuratore di portata elettromagnetico DN 250	158
Art. 31.4.	Misuratore di portata elettromagnetico DN 200	158
Art. 31.5.	Misuratore di portata elettromagnetico DN 80	159
Art. 31.6.	Misuratore di portata elettromagnetico DN 40	160
Art. 31.7.	Misuratore di ossigeno disciolto	160
Art. 31.8.	Misuratore di livello piezoresistivo	161
Art 32.	VALVOLAME	162
Art. 32.1.	Valvole a saracinesca in ghisa sferoidale	162
Art. 32.2.	Valvole di ritegno in ghisa sferoidale	163
Art. 32.3.	Giunti elastici	164
Art. 32.4.	Valvole a farfalla wafer in ghisa sferoidale	165
Art. 32.5.	Valvola di regolazione a fuso motorizzata DN 80	167
	OPERE ELETTRICHE	169
Art 33.	SPECIFICA TECNICA QUADRI MCC	170
Art. 33.1.	Scopo	170
Art. 33.2.	Norme e documentazione di riferimento	170
Art. 33.3.	Dati ambientali (riferiti al locale di installazione)	172
Art. 33.4.	Dati elettrici	172
Art. 33.5.	Caratteristiche costruttive	173
33.5.1.	Quadro	173
33.5.2.	Zona sbarre	173
33.5.3.	Zona cavi	174
33.5.4.	Zona celle	174
33.5.5.	Cassetti	174
33.5.6.	Sbarre e connessioni	175
33.5.7.	Impianto di terra nel quadro	175
33.5.8.	Verniciatura	176

33.5.9.	Apparecchiature	176
33.5.10.	Interruttori	176
33.5.11.	Trasformatori per circuiti di comando	176
33.5.12.	Relè ausiliari	176
33.5.13.	Trasformatori di misura	176
33.5.14.	Trasformatori di corrente	176
33.5.15.	Trasformatori di tensione	177
33.5.16.	Apparecchiature ausiliarie, misura e accessori	177
33.5.17.	Accessori	177
33.5.18.	Cavetteria	178
Art. 33.6.	Tipologia avviamento motori	178
33.6.1.	Partenza con avviatore statico progressivo (softstarter)	178
33.6.2.	Partenza con convertitore di frequenza (inverter)	179
33.6.3.	Partenza diretta (DOL)	180
33.6.4.	Alimentazioni (pannello locali)	181
Art. 33.7.	Composizione dei quadri	181
Art. 33.8.	Prove e collaudi	181
33.8.1.	Prove individuali	181
33.8.2.	Prove di tipo	181
Art 34.	SPECIFICA MONTAGGI DEGLI IMPIANTI ELETTRICI E STRUMENTALI	181
Art. 34.1.	Scopo	182
Art. 34.2.	Norme e documentazione di riferimento	182
Art. 34.3.	Progetto	183
34.3.1.	Sistema media tensione	183
34.3.2.	Sistema bassa tensione	184
34.3.3.	Esecuzione di sicurezza dell'impianto	184
34.3.4.	Protezione dei circuiti	184
34.3.5.	Protezione contro i contatti indiretti	184
Art. 34.4.	Materiali elettrici	184
34.4.1.	Caratteristiche	184
34.4.2.	Omogeneità	184
Art. 34.5.	Cavi	185
Art. 34.6.	Custodie ed accessori	185
Art. 34.7.	Tubi protettivi	185
Art. 34.8.	Canaline	185
Art. 34.9.	Installazione parte elettrica	185
34.9.1.	Prescrizioni generali	185

34.9.2.	Posa dei tubi e loro accessori	185
34.9.3.	Posa dei cavi	186
Art. 34.10.	Giunzioni e derivazioni	186
Art. 34.11.	Messa a terra	186
Art. 34.12.	Normative di riferimento parte strumentale	186
34.12.1.	Generale	186
34.12.2.	Standard e normative	187
Art. 34.13.	Requisiti tecnici parte strumentale	187
34.13.1.	Strumentazione locale	187
34.13.2.	Installazione	188
Art. 34.14.	Cablaggi	189
Art. 34.15.	Alimentazioni pneumatiche	189
Art. 34.16.	Targhettature	190
Art. 34.17.	Rete di terra	190
Art. 34.18.	Canaline	190
Art. 34.19.	Ispezioni e collaudi	190
34.19.1.	Generalità	190
34.19.2.	Classificazione dei collaudi	190
34.19.3.	Controlli e prove di collaudo richiesti	191
34.19.4.	Collaudo degli impianti	191
34.19.5.	Attività della Committente	191
34.19.6.	Attività e responsabilità dell'Impresa Aggiudicataria	192
Art. 34.20.	Documentazione	193
34.20.1.	Generalità	193
34.20.2.	Approvazione documentazione	193
34.20.3.	Documentazione finale e manuale d'istruzione	194
34.20.4.	Documentazione di collaudo	195
Art 35.	SPECIFICA TECNICA CAVI ELETTRICI E DI STRUMENTAZIONE	195
Art. 35.1.	Cavi di strumentazione tipo FR2oR (FR2XOH1R..)	195
35.1.1.	Scopo	195
35.1.2.	Normative di riferimento	195
35.1.3.	Caratteristiche costruttive	195
35.1.4.	Caratteristiche generali	195
35.1.5.	Marcatura	196
35.1.6.	Colore	196
35.1.7.	Dati tecnici	196
35.1.8.	Modalità d'impiego	196

35.1.9.	Posa	196
Art. 35.2.	Cavi elettrici bassa tensione tipo FG7(O)R 0.6/1 kV	196
35.2.1.	Scopo	196
35.2.2.	Normative di riferimento NORME CEI:	197
35.2.3.	Caratteristiche costruttive	197
35.2.4.	Caratteristiche generali	197
35.2.5.	Marcatura	197
35.2.6.	Colore anime	197
35.2.7.	Dati tecnici	198
35.2.8.	Modalità d'impiego	198
35.2.9.	Posa	198
Art 36.	SPECIFICA RETE DI TERRA ED IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE	198
Art. 36.1.	Scopo	198
Art. 36.2.	Normative di riferimento	198
Art. 36.3.	Impianto di terra	199
36.3.1.	Caratteristiche generali	199
36.3.2.	Conduttori di protezione	201
36.3.3.	Conduttori equipotenziali	201
36.3.4.	Sezioni minime	201
36.3.5.	Illuminazione	201
36.3.6.	Illuminazione interna	202
36.3.7.	Apparecchi di illuminazione	202
36.3.8.	Quadri distribuzione circuiti luce	204
36.3.9.	Impianto prese di Forza Motrice	205
Art 37.	SPECIFICA TECNICA DEL SISTEMA DI CONTROLLO E SUPERVISIONE	205
Art. 37.1.	Scopo	205
Art. 37.2.	Normative di riferimento	206
37.2.1.	Generale	206
37.2.2.	Standard e normative	206
Art. 37.3.	Requisiti generali	206
37.3.1.	Condizioni ambientali	207
37.3.2.	Alimentazione elettrica	207
37.3.3.	Messa a terra	207
37.3.4.	Immunità alle radiofrequenze	207
37.3.5.	Parti di ricambio	208
37.3.6.	Riserve	208

Art. 37.4.	Descrizione del sistema	208
37.4.1.	Sottosistema di controllo e acquisizione dati	208
37.4.2.	Sottosistema di comunicazione	210
37.4.3.	Sottosistema di visualizzazione	210
37.4.4.	Sicurezza del sistema	214
37.4.5.	Diagnostica	214
37.4.6.	Dispositivi di configurazione	214
Art. 37.5.	Ridondanza del sistema	215
Art. 37.6.	Armadi di sistema	215
Art. 37.7.	Ingegneria	216
Art. 37.8.	Collaudi e certificati	216
Art. 37.9.	Collaudo di accettazione in fabbrica (F.A.T.)	216
37.9.1.	Verifica della documentazione	217
37.9.2.	Collaudo visivo e dimensionale	217
37.9.3.	Verifica dei certificati	217
37.9.4.	Verifica dei certificati dei collaudi interni del Fornitore	217
37.9.5.	Collaudo del sistema di alimentazione	217
37.9.6.	Collaudo delle CPU	217
37.9.7.	Collaudo funzionale	217
Art. 37.10.	Assistenza alla messa in servizio	218
Art. 37.11.	Servizi richiesti al fornitore	218
37.11.1.	Assistenza alla messa in servizio	218
37.11.2.	Manutenzione	218
37.11.3.	Addestramento del personale	218
Art. 37.12.	Coordinamento del progetto	219
Art 38.	CAVIDOTTI	219
Art. 38.1.	Tubazioni in acciaio inox	219
Art. 38.2.	Tubazioni in PVC	220

OPERE CIVILI

ART 1. TAGLIO DELLA VEGETAZIONE

Art. 1.1. Generalità

I lavori descritti in questo capitolo riguardano interventi di decespugliamento e disboscamento. I lavori andranno eseguiti nei tratti e secondo le indicazioni riportate nei disegni di progetto o in base alle prescrizioni date di volta in volta dalla Direzione Lavori. L'Appaltatore dovrà assolutamente evitare che il materiale rimosso dalle sponde o dagli argini cada in acqua e venga allontanato dalla corrente.

Art. 1.2. Disboscamento e decespugliamento

1.2.1. Disboscamento: modalità esecutive

I lavori di disboscamento si riferiscono a superfici in cui vi sia elevata presenza di piante con diametro del tronco superiore a 15 cm e comprendono anche i lavori di decespugliamento descritti al paragrafo successivo. Per quanto riguarda in particolare la rimozione delle piante, i tronchi abbattuti dovranno essere raccolti, accatastati, sramati, ridotti in astoni di lunghezza commerciale e trasportati dove indicato dalla Direzione Lavori. I materiali non utilizzabili dovranno essere portati a rifiuto. Durante i lavori di rimozione delle piante l'Appaltatore dovrà porre la massima attenzione per evitare qualunque pericolo per le persone e per le cose; l'Appaltatore è comunque pienamente responsabile di qualsiasi danno conseguente ai lavori di rimozione. L'Appaltatore dovrà altresì usare ogni precauzione per la salvaguardia delle piante di pregio esistenti, specificatamente segnalate dalla Direzione Lavori. Con opportuni mezzi meccanici, tipo ad esempio trivelle, si dovrà poi provvedere all'estirpazione dei ceppi e degli apparati radicali ed al loro allontanamento e conferimento a discarica. terminate le operazioni di disboscamento, il terreno andrà opportunamente regolarizzato.

Abbattimento alberi esistenti

Negli interventi di abbattimento, salvo diversa prescrizione di progetto, l'Impresa è obbligata all'estirpazione completa e accurata della ceppaia e delle radici più grosse, senza arrecare danni ai marciapiedi o ad altri manufatti, riportando idonea terra di coltura e ricolmando i successivi assestamenti.

Durante le operazioni dovrà essere usata cura particolare affinché gli alberi e i rami non provochino danni a persone o cose e alla vegetazione sottostante. Nel caso di abbattimento di piante infette o uccise da micosi altamente epidemiche si dovranno adottare tutti gli accorgimenti cautelativi previsti per legge per evitare l'estensione del focolaio d'infezione.

Nelle opere di eliminazione di piante morte poste su tappeto erboso in luoghi privi di impedimenti, sono compresi la rimozione dell'apparato radicale, il successivo riempimento con terra di coltivo in quantità variabile in funzione della dimensione della pianta e del vuoto lasciato dalla ceppaia rimossa, la disinfezione del terreno e degli attrezzi per una superficie variabile in funzione della dimensione della pianta, la risemina del terreno circostante la pianta rimossa per almeno 4 mq.

Nelle opere di eliminazione di alberate poste su strada sono compresi i tagli, lo sradicamento ed eliminazione della ceppaia, il ripristino della pavimentazione esistente di contorno, il carico e trasporto della legna che passa in proprietà all'Impresa.

La rimozione di ceppaie avviene con cavaceppi montata su trattore, disinfezione del terreno, riempimento con terra idonea, trasporto alle discariche del materiale di risulta, escluso l'onere di smaltimento.

I trattamenti con fitofarmaci dovranno essere tempestivi ed eseguiti da personale specializzato provvisto di patentino che dovrà attenersi per il loro uso alle istruzioni specificate dalla casa produttrice e dalle leggi vigenti in materia, ed usare ogni misura preventiva atta ad evitare danni a persone e cose.

Al fine di non arrecare danni a manufatti e strutture preesistenti il progetto può prevedere il solo taglio a raso del tronco, senza decapeamento. In tal caso il taglio deve essere netto e a filo del terreno.

Interventi di potatura della vegetazione esistente

Tutte le opere di potatura dovranno essere eseguite a regola d'arte, con la massima cura e diligenza, secondo le indicazioni e le direttive impartite dalle Direzione Lavori e in maniera rigorosamente conforme alla potatura di una pianta campione per ogni tipologia di intervento, da effettuarsi prima dell'inizio dell'intervento stesso con i materiali e i mezzi forniti dall'Impresa secondo le indicazioni della D.L.

La potatura, da eseguire durante il riposo vegetativo evitando comunque i periodi di gelo, oltre a rispettare rigorosamente la pianta campione dovrà tenere conto della mondata del secco, integrata dall'eliminazione dei rami malformati o affetti da manifestazioni patologiche (nel qual caso dovranno essere rimossi con le dovute precauzioni), dei rami in sovrannumero, di quelli deboli e sottili che si formano con particolare frequenza al centro della chioma; tali operazioni dovranno essere eseguite sull'intera pianta, partendo dalla cima verso la base.

Di norma dovrà essere eseguita una potatura che equilibri e contenga la chioma nel rispetto delle forme naturali, riducendo il peso e la lunghezza di alcuni rami primari e una buona parte di rami secondari rispondendo a criteri di staticità e di spazio. I tagli apicali dovranno essere effettuati con la tecnica del taglio di ritorno, ossia appena al di sopra di un ramo robusto e ben orientato, che fungerà da nuova cima; di norma i tagli dovranno essere inclinati di 45° e se possibili con faccia rivolta verso sud, evitando nel modo più assoluto i tagli orizzontali. La superficie dei tagli dovrà presentarsi liscia; in caso di branche primarie o secondarie il taglio dovrà risultare quasi aderente al punto di inserimento, senza monconi sporgenti; inoltre la corteccia dovrà rimanere sana e integra, senza slabbrature.

Al termine delle potature di ogni pianta, tutte le superfici di taglio, bordi compresi, su rami il cui diametro sia maggiore di 3-4 cm dovranno essere ricoperte con prodotti disinfettanti e cicatrizzanti (da usare secondo le prescrizioni della ditta produttrice) per facilitare la formazione di tessuti cicatriziali, la traspirazione della ferita e impedire quindi l'attacco di patogeni animali e vegetali.

Tali prodotti, di sperimentata efficacia, dovranno essere approvati dalla Direzione Lavori.

Tutti gli attrezzi impiegati dovranno essere sempre accuratamente disinfettati con sali quaternari di ammonio al 4% prima di passare a interventi su altre piante. In caso di attacchi parassitari in atto tale precauzione andrà sempre adottata prima di passare a interventi su altri rami della stessa pianta.

E' da intendersi compreso nei prezzi l'ausilio di tutte le attrezzature e prodotti necessari per dare le opere compiute come da prescrizione.

Eventuali porzioni di legno alterato in corrispondenza di vecchi tagli o lesioni dovranno essere accuratamente asportate in modo da bloccare per quanto possibile, l'estendersi dei processi degenerativi. La parte risanata andrà accuratamente disinfettata con i prodotti specifici indicati dalla Direzione Lavori.

Particolari motivi di carattere fitosanitario o di sicurezza possono rendere necessari particolari adeguamenti dei modelli di potatura sopra descritti.

E' il caso di interventi di spalcatura di alberi posti in prossimità di percorsi e spazi aperti all'uso pubblico, finalizzati ad alzare il castello dei rami ed evitare che questi invadano e creino ostacoli fisici e visivi nelle zone deputate alla fruizione.

Tali interventi, oltre alla potatura delle ramificazioni basse e invadenti, devono eliminare anche quelle secche o instabili, avendo sempre cura di non sbilanciare la chioma delle piante.

1.2.2. Decespugliamento: modalità esecutive

I lavori di decespugliamento andranno eseguiti sia a mano che mediante l'utilizzo di mezzi meccanici, dotati di lame o cucchiaie o accessori speciali, a seconda delle condizioni locali e delle caratteristiche del terreno. Dovranno essere completamente eliminati i cespugli, i rampicanti, gli arbusti e gli alberelli il cui tronco abbia diametro inferiore a 15 cm, se necessario con due passate in senso opposto della ruspa, oppure con una sola passata e con la presenza di un manovale incaricato di tagliare le piante piegate dalla ruspa. Con opportuni mezzi meccanici, si dovrà poi provvedere all'estirpazione degli apparati radicali. La vegetazione rimossa andrà poi ripulita dal terriccio, allontanata dall'area di lavoro e bruciata o portata a rifiuto. terminate le operazioni di decespugliamento, il terreno andrà opportunamente regolarizzato.

ART 2. SCAVI

Art. 2.1. Generalità

Per la valutazione del volume degli scavi di sbancamento si userà il metodo delle sezioni ragguagliate. I volumi di tutte le rimanenti tipologie di scavo saranno valutati esclusivamente sulla base delle sezioni obbligate riportate nelle tavole di progetto, per la profondità e lo sviluppo effettivamente eseguito e comunque considerati eseguiti a parete verticale, ritenendosi già compresa e compensata col prezzo di corrispettivo ogni maggiore lavorazione eseguita o la necessità di qualunque tipo di armatura o puntellazione occorrente per la formazione dello scavo stesso.

I rilevamenti e la misurazione degli scavi agli effetti del pagamento saranno eseguiti in contraddittorio con l'Impresa prima dell'inizio dei lavori ed al momento della contabilizzazione. Le sezioni di rilievo dovranno essere chiaramente individuate in sito mediante opportuna picchettazione, tale da rendere riconoscibile la sezione anche una volta eseguiti i lavori. La distanza fra due sezioni di rilievo dovrà essere tale da evidenziare ogni variazione sostanziale. Gli oneri per tutte le operazioni di rilievo e di misurazione sono a carico dell'Impresa. Lo scavo generale sarà misurato a volume in base alle sezioni di scavo risultanti dai disegni di progetto, salvo che la Direzione Lavori non adotti, a suo insindacabile giudizio, altri sistemi. La lavorazione riguarda l'esecuzione di scavi generali di qualunque tipo in materiale sciolto di qualsiasi natura e consistenza, esclusa la roccia dura. Nelle operazioni di scavo è compresa anche la demolizione di strutture in pietrame e in conglomerato semplice.

Sono inoltre compresi:

- l'esecuzione dello scavo anche in presenza d'acqua, compreso l'onere per gli eventuali aggettamenti con l'impiego di pompe(fornitura/noleggio pompe ed energia elettrica);
- la rimozione di eventuali materiali depositati al di sopra delle aree di scavo, inclusi i rifiuti solidi urbani, compresa la cernita, il trasporto e lo smaltimento (a seconda della tipologia) alle specifiche discariche autorizzate, oneri di discarica inclusi.
- l'innalzamento, il carico, il trasporto, il deposito temporaneo e il successivo rinterro degli scavi e a tergo delle difese e delle strutture, secondo le modalità e le sagome indicate nei disegni di progetto. Per il materiale in eccedenza è altresì compensato il carico sui mezzi di trasporto, il trasporto del materiale di qualsiasi entità proveniente dallo scavo, lo scarico e la sistemazione a discarica pubblica od invece entro le aree poste a disposizione dal Committente o scelte dall'Impresa;
- le indennità di deposito temporaneo o definitivo, ovvero il canone demaniale, nel caso il materiale avesse valore commerciale e l'Impresa intendesse acquisirlo;
- i permessi, i diritti o canoni di discarica se necessari;
- l'esecuzione di fossi di guardia e di qualsiasi altra opera per la deviazione delle acque superficiali e l'allontanamento delle stesse dagli scavi;
- l'aggottamento delle acque sul fondo dello scavo;
- l'esecuzione delle armature, sbadacchiature e puntellamenti provvisori delle pareti degli scavi compreso manodopera, noleggio e sfrido di legname, chioderia e quant'altro occorra per l'armatura ed il disarmo. Sono escluse invece le armature continue degli scavi tipo armature a cassa chiusa e palancole metalliche o simili ad infissione o marciavanti, da utilizzare ad insindacabile giudizio della Direzione Lavori;

- l'eventuale mancato recupero, parziale o totale, del materiale impiegato nelle puntellature, nelle sbadacchiature e nelle armature suddette, e ciò anche se gli scavi fossero eseguiti per campioni;
- i maggiori oneri derivanti dagli allargamenti e dalle scarpate che si dovranno dare agli scavi stessi in relazione alle condizioni naturali ed alle caratteristiche delle opere;
- l'accurata pulizia delle superfici di scavo e la loro regolarizzazione;
- la demolizione delle eventuali tombinature o fognature di qualsiasi tipo e dimensioni nonché il loro rifacimento ed il ripristino di tutti gli allacciamenti esistenti;
- l'incidenza degli interventi, ove necessario, per ricerca, assistenza e superamento di cavi, tubazioni e condutture sotterranee (TELECOM - ENEL - GAS - METANO - ACQUA – FIBRE OTTICHE - ECC.).

2.1.1. Modalità esecutive

L'Appaltatore 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'Appaltatore per comodità di lavoro od altri motivi, senza autorizzazione scritta della Direzione Lavori, non saranno contabilizzati agli effetti del pagamento. All'inizio dei lavori, l'Appaltatore dovrà provvedere, ove necessario, alla rimozione della vegetazione e degli apparati radicali ed al loro trasporto a rifiuto.

Gli scavi dovranno essere condotti in modo da non sconnettere e danneggiare il materiale d'imposta. L'Appaltatore prenderà inoltre 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. In ogni caso l'Appaltatore 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 sgombrò dei materiali eventualmente e per qualsiasi causa caduti entro gli scavi stessi sarà a totale carico dell'Appaltatore 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. Le materie provenienti dagli scavi, ritenute inutilizzabili dalla Direzione Lavori, dovranno essere portate a rifiuto; tali materie non dovranno in ogni caso riuscire di danno ai lavori, alle proprietà pubbliche o private ed al libero sfogo e corso delle acque. Contravvenendo a queste disposizioni, l'Appaltatore dovrà a sue spese rimuovere e asportare le materie in questione. Durante l'esecuzione dei lavori i mezzi impiegati per gli esaurimenti di acqua saranno tali da tenere a secco gli scavi. Se l'Appaltatore non potesse far defluire l'acqua naturale, la Direzione Lavori avrà la facoltà di ordinare, se lo riterrà opportuno, l'esecuzione degli scavi subacquei.

2.1.2. Programma di scavo

Un mese prima dell'esecuzione degli scavi, 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 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 e al tempo stabilito per l'utilizzazione di tutte le opere connesse.

2.1.3. 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 nel caso di appalto a misura. La quota definitiva di fondazione delle opere verrà stabilita d'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 all'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 D.L. di caso in caso.

2.1.4. Classificazione degli scavi

Gli scavi saranno classificati come più sotto indicato:

Scavo in roccia

Si considera "roccia" un blocco di materiale con volume maggiore di 0.75 m^3 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.

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 m^3 .

Scavo in acqua

Si considera scavo in acqua quello eseguito oltre 20 cm al di sotto del livello di equilibrio delle acque sotterranee entro lo scavo. L'esaurimento dell'acqua verrà disposto mediante ordine scritto dalla 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 aggotamento 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.

2.1.5. 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.

2.1.6. Armature di sostegno degli scavi

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. L'eventuale uso di armature degli scavi con palancole metalliche o sistemi simili dovrà essere indicato negli elaborati progettuali o autorizzato per iscritto dalla Direzione Lavori.

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.

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.

2.1.7. 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.

2.1.8. Attraversamenti

Gli attraversamenti di strade, ferrovie, canali, corsi d'acqua in genere, ecc. verranno effettuati secondo le disposizioni che caso per caso verranno dettate dalla Direzione Lavori. Gli attraversamenti

aerei in genere potranno venire effettuati sia mediante ancoraggio della tubazione (generalmente in acciaio) a manufatti esistenti, sia con tubo autoportante (cavallotti) od infine con travate metalliche a traliccio a sostegno della condotta, la quale potrà anche costituire parte integrante e portante della travata. Le condotte in acciaio saranno protette termicamente con rivestimenti coibenti e protezioni esterne secondo le indicazioni della Direzione Lavori.

Per gli attraversamenti con spingitubo l'Appaltatore dovrà preparare, a sua cura e spese, secondo le indicazioni del progetto e/o della Direzione Lavori, il progetto particolare dell'attraversamento in accordo alle norme esistenti ed alle indicazioni fornite dall'Ente gestore della struttura da attraversare; nonché l'ottenimento di tutti i permessi e l'espletamento di tutte le pratiche amministrative richieste dall'Ente gestore o da altri Enti interessati. Dovrà inoltre curare l'approvazione di detto progetto concordando con la Direzione Lavori le eventuali modifiche ritenute necessarie.

2.1.9. Presenza di strutture e strade nelle vicinanze degli scavi

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. 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. 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 dovranno essere adottate tutte le disposizioni necessarie per garantire la libertà e la sicurezza del transito personale e meccanizzato a norma di leggi vigenti.

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.

2.1.10. 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 di calcestruzzo (Rck 150 kg/m²).

Art. 2.2. Scotico e preparazione del piano di posa

La lavorazione consiste nella bonifica delle aree degli scavi di sbancamento o la preparazione del piano di fondazione per nuovi rilevati (stradali, arginali, etc.) o per il ringrosso o il rialzo di rilevati esistenti, eseguita mediante scavo di cassonetto, secondo le geometrie e le dimensioni previste dagli elaborati progettuali, con un minimo non inferiore a 20 centimetri. La terra risulta dello scavo dovrà essere cumulata e sistemata entro l'area di cantiere per la formazione di rilevati, canaletti, raccordi, banchine e solo in caso di eccedenza, accertata dalla D.L., dovrà essere caricata e trasportata in pubblica discarica autorizzata; se nello scavo del cassonetto si dovesse interessare l'apparato radicale delle piante limitrofe, si dovrà successivamente allo scavo procedere, mediante cesoie, alla rifilatura di tutte le radici danneggiate.

Il piano di strada esistente sarà livellato eliminando tutte le asperità e ocludendo con il terreno di risulta tutte le buche esistenti; eventuale materiale di risulta in esubero dovrà essere collocato e sparso, senza provocare danneggiamenti alla vegetazione arborea ed arbustiva eventualmente presente, nelle aree circostanti.

Art. 2.3. Scavi di sbancamento

Per scavo di sbancamento s'intende quello occorrente per lo spianamento e sistemazione del terreno su cui dovranno sorgere i manufatti, per la regolarizzazione dei versanti in frana, per la sistemazione di 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, come ad esempio la realizzazione del cassonetto al di sotto del piano di posa dei rilevati arginali o di quello stradale. Lo scavo andrà eseguito anche in presenza di acqua e i materiali scavati, se non diversamente indicato dalla D.L., andranno trasportati a discarica o accumulati in aree indicate dalla D.L., 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.

Art. 2.4. Scavi di fondazione a sezione obbligata

2.4.1. 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 e le berme delle difese

spondali in massi, ed in generale tutti gli scavi che abbiano una larghezza media inferiore a 3,00 m ed una profondità uguale o superiore a 1/3 della larghezza.

Terminata l'esecuzione dell'opera di fondazione, lo scavo che resterà vuoto dovrà essere diligentemente riempito e costipato, a cura e spese dell'Impresa, con le stesse materie scavate, sino al piano del terreno naturale primitivo.

2.4.2. 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 tombature. Gli scavi per posa in opera di tubazioni dovranno avere sezione e larghezza tali da rendere agevole ogni manovra necessaria per la posa dei tubi, l'esecuzione delle giunzioni, le prove e le relative ispezioni e, eventualmente, lo smontaggio di condutture preesistenti. Il fondo degli scavi aperti per il collocamento delle tubazioni dovrà essere ben spianato 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. Le eventuali discontinuità nel ritmo di fornitura non potranno però, in nessun caso, dare titolo all'Impresa di richiedere compensi, maggiori di quelli previsti nel contratto, e per il variare dell'avanzamento del proprio lavoro in maniera adeguata a quella della fornitura della tubazione. La Direzione Lavori si riserva il diritto di stabilire di volta in volta la lunghezza dello scavo da aprire.

Art. 2.5. Scavi di cassonetto

La lavorazione consiste nella formazione del cassonetto asportando la cotica erbosa, le ceppaie, gli arbusti e le eventuali piante ed il sottostante strato di terreno sino ad una profondità di 25-30 cm misurate in sezione effettiva; la terra risulta dello scavo dovrà essere cumulata e sistemata entro l'area di cantiere per la formazione di rilevati, canaletti, raccordi, banchine e solo in caso di eccedenza, accertata dalla D.L., dovrà essere caricata e trasportata in pubblica discarica autorizzata; se nello scavo del cassonetto si dovesse interessare l'apparato radicale delle piante limitrofe, si dovrà successivamente allo scavo procedere, mediante cesoie, alla rifilatura di tutte le radici danneggiate.

Il piano di strada esistente sarà livellato eliminando tutte le asperità e ocludendo con il terreno di risulta tutte le buche esistenti; eventuale materiale di risulta in esubero dovrà essere collocato e sparso, senza provocare danneggiamenti alla vegetazione arborea ed arbustiva eventualmente presente, nelle aree circostanti.

Art. 2.6. Armature di sostegno degli scavi con palancole metalliche

Laddove indicato negli elaborati di progetto o richiesto dalla Direzione Lavori, l'isolamento della zona degli scavi dovrà essere eseguito con utilizzo di palancole metalliche.

L'infissione ed estrazione delle palancole metalliche sarà eseguita con mezzi meccanici adeguati. Le palancole impiegate saranno del tipo a profilo semplice di diversa sezione a seconda 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 sotto il livello d'acqua.

ART 3. RINTERRI E RILEVATI

Art. 3.1. Generalità

Per l'esecuzione dei rinterri verranno comunemente impiegati i materiali di risulta degli scavi di cantiere o, se indicato nei disegni e/o richiesto dalla Direzione Lavori, si utilizzeranno materiali provenienti dalle cave di prestito. Per l'esecuzione dei rilevati verranno in genere impiegati, salvo contrarie indicazioni della Direzione Lavori materiali non coerenti (sabbia, ghiaia o pietrisco) o coerenti (limi argillosi, argille) anch'essi provenienti sia dagli scavi in cantiere sia da cave di prestito approvate. Tutti i materiali impiegati saranno preventivamente approvati dalla Direzione Lavori.

3.1.1. 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 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 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. Per ogni albero sarà da effettuarsi un riporto di terra di coltivo pari al volume della buca di impianto di m.1,00 x m 1,00 x m 1,00 secondo le indicazioni dei documenti di progetto. Per ogni arbusto e piantina forestale sarà da effettuarsi un riporto di terra di coltivo pari al volume della buca di impianto di m.0,40 x m 0,40 x m 0,40 secondo le indicazioni dei documenti di progetto. 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 normative vigenti.

3.1.2. Prove di accettazione e controllo

Prima dell'esecuzione dei lavori la Direzione dei Lavori procederà al prelievo di campioni di terreno da inviare a laboratori ufficiali, in modo da verificare la rispondenza alle prescrizioni di progetto. I campioni di terreno prelevati saranno innanzitutto classificati: sarà individuata la curva granulometrica che caratterizza ogni campione, verranno valutati i limiti di Atterberg (in particolar modo il limite liquido e l'indice di plasticità), l'indice di gruppo. Saranno poi eseguite le prove necessarie per la determinazione della resistenza al taglio e dell'optimum Proctor. L'Appaltatore dovrà provvedere alla posa in opera di una opportuna strumentazione geotecnica, tale da permettere la verifica delle corrette condizioni di lavoro in tutte le fasi di realizzazione dell'opera. Mediante la posa di assistimetri superficiali e profondi, di piezometri e di inclinometri sarà inoltre possibile controllare il grado di assestamento, l'esistenza di spostamenti orizzontali, la consolidazione raggiunta da eventuali strati argillosi, l'andamento del moto di filtrazione. Se le prove relative allo stato di compattazione del rilevato non dovessero dare esito soddisfacente, l'Appaltatore sarà tenuto a ripetere la compattazione dei rilevati sino ad ottenere il risultato prescritto. Gli oneri per tutte le

prove di laboratorio e per la strumentazione per le prove a campo sono a carico dell'Appaltatore. Inoltre, l'Appaltatore è obbligato, essendo compensato nel corrispettivo, a dare ai rilevati, durante la costruzione, le maggiori dimensioni richieste dall'assestamento naturale delle terre. Le scarpate saranno spianate e battute e i lavori di profilatura dovranno avvenire con asporto anziché con riporto di materie. All'atto del collaudo i rilevati eseguiti dovranno avere la sagoma e le dimensioni prescritte dai disegni progettuali. Qualora la costruzione del rilevato dovesse venire sospesa, l'Appaltatore dovrà provvedere a sistemarlo regolarmente in modo da fare defluire facilmente le acque piovane; alla ripresa dei lavori dovranno essere praticati, nel rilevato stesso, appositi tagli a gradini, per il collegamento delle nuove materie con quelle già posate.

3.1.3. Tracciamenti

Prima di effettuare i riporti, l'Appaltatore è tenuto alla predisposizione delle seguenti operazioni:

- livellazione di precisione per la predisposizione dei capisaldi locali di quota a cui fare riferimento per i successivi rilievi planoaltimetrici
- rilievo planoaltimetrico 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 m² o di una successione di livellette ogni 50 m.

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'Appaltatore. I risultati dei rilievi e della picchettazione saranno riportati su appositi elaborati che dovranno essere approvati dalla Direzione Lavori; una copia di tali elaborati dovrà essere consegnata alla Stazione Appaltante, una alla Direzione Lavori, ed una terza verrà conservata in cantiere. Durante la verifica da parte della Direzione Lavori o della Stazione Appaltante dei risultati dei rilievi, l'Appaltatore è tenuta a mettere a disposizione il personale ed i mezzi necessari. La tolleranza ammessa per il riporto di materiali inerti per la costruzione di una nuova morfologia è di cm 20 rispetto alle quote riportate per il 20% dei punti rilevati, di cm 10 rispetto alle quote riportate per il 40% dei punti rilevati e di cm 5 rispetto alle quote riportate per il restante 40% dei punti rilevati. 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. La tolleranza ammessa per le quote finali dei riporti, rispetto a quelle indicate negli elaborati progettuali, è di cm 15 rispetto alle quote riportate per il 10% dei punti rilevati, di cm 5 rispetto alle quote riportate per il 40% dei punti rilevati e di cm 0 rispetto alle quote riportate per il restante 50% dei punti rilevati. Al momento della verifica delle tolleranze di errore dell'esecuzione dei lavori, l'Appaltatore può richiedere un ampliamento del numero di campioni utilizzati per il calcolo.

Art. 3.2. Rinterri e rilevati con materiale proveniente da cava

3.2.1. Caratteristiche dei materiali

Con riferimento alla classificazione contenuta nelle norme CNR UNI 10006, UNI EN 14688-1 e UNI EN 13285, le terre preferibilmente da utilizzare saranno le argille sabbiose (classe A6), i limi sabbiosi (classe A4) e le ghiaie miste a sabbia ed argilla (classi A2-4 e A2-6); le terre appartenenti alle classi A4 e A6 dovranno avere un contenuto minimo di sabbia pari al 15%, mentre quelle delle classi A2-4 e A2-6 dovranno avere un contenuto di argilla compreso fra il 20% ed il 30%. Non si dovranno utilizzare le materie organiche e le sabbie pulite. Il materiale posto in opera dovrà avere valori del peso in volume allo stato secco pari al 95% del peso di volume secco ottenuto nella prova di compattazione Proctor normale con tolleranza di +/-1%; la corrispondente umidità dovrà avere i valori compresi fra +/-2% dell'umidità ottimale ottenuta nella suddetta prova di compattazione. Definita anche la percentuale di umidità, questa deve essere mantenuta costante con una tolleranza di +/-1%. Il materiale in opera, dopo l'eventuale correzione e miscelazione, dovrà rispondere alle caratteristiche seguenti:

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

Serie crivelli e setacci UN Miscela passante % totale in peso

Crivello 71	100;
Crivello 40	75/100;
Crivello 25	60/87;
Crivello 10	35/67;
Crivello 5	25/55;
Setaccio 2	15/40;
Setaccio 0,4	7/22;
Setaccio 0,075	2/10;

3. rapporto tra il passante al setaccio 0.0075 ed il passante 0.4 inferiore a 2/3;
4. perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature inferiore al 30%;
5. equivalente in sabbia misurato sulla frazione passante al setaccio 4 ASTM, compreso tra 25 e 65. Tale controllo dovrà anche essere eseguito per materiale prelevato dopo costipamento. Il limite superiore dell'equivalente in sabbia (65) potrà essere variato dalla Direzione Lavori in funzione delle provenienze e delle caratteristiche del materiale. Per tutti i materiali aventi equivalente in sabbia compreso tra 25 e 35, la Direzione Lavori richiederà in ogni caso (anche

se la miscela contiene più del 60% in peso di elementi frantumati) la verifica dell'indice di portanza CBR di cui al successivo comma 6;

6. indice di portanza CBR dopo 4 giorni di imbibizione in acqua (eseguito sul materiale passante al crivello 25) non minore di 50. È inoltre richiesto che tale condizione sia verificata per un intervallo di +2% rispetto all'umidità ottima di costipamento.

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

3.2.2. Modalità esecutive

Prima di procedere alla realizzazione di rilevati, sarà necessario preparare il terreno di posa, provvedendo all'asportazione del terreno vegetale e degli apparati radicali e alla predisposizione di uno scavo di cassonetto o, qualora il declivio trasversale del terreno fosse superiore al 15%, di opportuni gradoni di ammorsamento. Nella costruzione di rilevati andranno seguite le indicazioni progettuali riportate nei disegni esecutivi, sia per quanto riguarda le dimensioni del rilevato e la pendenza delle scarpate, sia per quanto riguarda lo spessore.

Art. 3.3. Rinterri e rilevati con materiale proveniente dagli scavi

3.3.1. Caratteristiche dei materiali

Rinterri e rilevati andranno realizzati con i materiali provenienti dalle aree di scavo indicate negli elaborati di progetto. Il materiale scavato, prima di essere caricato sui mezzi, dovrà essere (se necessario) miscelato opportunamente affinché presenti in modo omogeneo le caratteristiche indicate negli elaborati di progetto. Qualora non fosse possibile ottenere le suddette caratteristiche con il solo materiale reperito in sito, l'Appaltatore dovrà provvedere a fornire il materiale integrativo che consenta di ottenere dei terreni con le caratteristiche richieste.

3.3.2. Modalità esecutive

Prima di procedere alla realizzazione di rilevati, sarà necessario preparare il terreno di posa, provvedendo all'asportazione del terreno vegetale e degli apparati radicali e alla predisposizione di uno scavo di cassonetto o, qualora il declivio trasversale del terreno fosse superiore al 15%, di opportuni gradoni di ammorsamento. Nella costruzione di rilevati andranno seguite le indicazioni progettuali riportate nei disegni esecutivi, sia per quanto riguarda le dimensioni del rilevato e la pendenza delle scarpate, sia per quanto riguarda lo spessore.

ART 4. DEMOLIZIONI E RIMOZIONI

Art. 4.1. Generalità

L'Appaltatore è obbligato ad accertare, sempre con la massima cura, lo stato di conservazione e le tecniche costruttive della struttura e di ogni suo elemento che dovrà demolire e/o rimuovere. Questo al fine di poterne definire esattamente la natura, sia nel suo complesso che nei particolari. L'Appaltatore potrà intraprendere le demolizioni in ottemperanza alle norme del D.lgs 81/2008 con mezzi che crederà più opportuni previa approvazione della Direzione Lavori. In ogni caso l'Appaltatore esonera nel modo più ampio ed esplicito da ogni responsabilità civile e penale, conseguente e dipendente dall'esecuzione dei lavori di demolizione sia l'Amministrazione Appaltante che i suoi Organi di direzione, assistenza e sorveglianza. Per quanto riguarda il personale e gli attrezzi l'Appaltatore dovrà osservare le seguenti prescrizioni:

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

Art. 4.2. Modalità esecutive

La zona interessata dai lavori dovrà essere delimitata con particolare cura; in corrispondenza dei passaggi dovranno essere collocate opportune opere per proteggere i passaggi stessi. Prima dell'inizio delle demolizioni dovranno essere interrotte le erogazioni agli impianti di elettricità, acqua, gas, ecc. esistenti nella zona dei lavori: a tal fine l'Appaltatore dovrà prendere direttamente accordi con le rispettive Società ed Enti eroganti. È vietato nel modo più assoluto gettare il materiale dall'alto a meno che non venga convogliato in appositi canali.

L'imboccatura superiore di detti canali dovrà essere tale che non vi possano cadere accidentalmente delle persone; ogni tronco di canale dovrà essere imboccato in quello successivo e gli eventuali raccordi dovranno essere adeguatamente rinforzati; l'ultimo tratto dovrà essere inclinato così da limitare la velocità di uscita dei materiali. Tutti gli altri materiali di risulta per i quali non possa servire il canale andranno calati a terra con mezzi idonei e con particolare cura.

L'Appaltatore 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, se inutilizzabile, dovrà essere trasportato a discarica, se destinato al riutilizzo dovrà essere depositato temporaneamente nell'ambito del cantiere. Le demolizioni dovranno limitarsi alle parti ed alle dimensioni prescritte. Quando, anche per mancanza di puntellamenti o di altre precauzioni, venissero demolite altre parti od oltrepassati i limiti fissati, tutto quanto indebitamente

demolito dovrà essere ricostruito e rimesso in ripristino dall'Appaltatore, a sua cura e spese, senza alcun compenso.

Per quanto riguarda le demolizioni, saranno considerati calcestruzzi armati conglomerati con armatura superiore a 400 N/m³ (40 kgp/m³).

ART 5. OPERE IN CALCESTRUZZO

Art. 5.1. Normativa di riferimento

- L. 5.11.71 n.1086; Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio, normale e precompresso ed a struttura metallica,
- DM 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,
- DM 14.01.2008; norme Tecniche per le Costruzioni,
- DM 11.3.88; Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione,
- UNI EN 1992-1-2:2005; Procedimento analitico resistenza al fuoco elementi in conglomerato cementizio, Calcestruzzo,
- UNI EN 206-1; Calcestruzzo - specificazione, prestazione, produzione e conformità, istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206-1,
- UNI 11104:2004; Calcestruzzo - specificazione, prestazione, produzione e conformità,
- UNI 11417-1-2:2012; durabilità delle opere in calcestruzzo e degli elementi prefabbricati di calcestruzzo,
- Cemento: UNI EN 197-1; Cemento - Composizione, specifiche e criteri conformità,
- UNI EN 14216:2005; Cemento, composizione, specificazioni e criteri di conformità per cementi speciali a calore di idratazione molto basso,
- L. 26.5.65 n.595; caratteristiche tecniche e requisiti dei leganti idraulici,
- DM 3.6.68; nuove norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova degli agglomerati cementizi e delle calce idrauliche,
- UNI EN 12620; aggregati per calcestruzzo,
- UNI 8520-2; aggregati per calcestruzzo: istruzioni complementari per l'applicazione della UNI EN 12620 – requisiti
- UNI EN 932-3: metodi di prova per determinare le proprietà generali degli aggregati: procedura e terminologia per la descrizione petrografica semplificata
- UNI EN 1008; acqua d'impasto per il calcestruzzo,
- UNI EN 934-2; additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione,
- UNI EN 1504; prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture di calcestruzzo.
- UNI EN 14487-1; calcestruzzo proiettato

Art. 5.2. Generalità

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. In particolare l'Impresa dovrà, per l'esecuzione delle opere in calcestruzzo, attenersi alle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al DM 14.01.2008. La composizione della miscela del calcestruzzo sarà basata sui risultati di prove di laboratorio eseguite a cura dell'Impresa e sotto la sua responsabilità.

L'Impresa è tenuta a sottoporre preventivamente all'approvazione 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.

Art. 5.3. Materiali

Tutti i materiali e i prodotti per uso strutturale devono essere:

- identificati, univocamente a cura del produttore,
- qualificati sotto la responsabilità del produttore,
- accettati dal Direttore dei lavori mediante acquisizione e verifica della documentazione di qualificazione e attraverso prove sperimentali di accettazione; come prescritto nel DM 14-01-08 cap. 11.

5.3.1. Cemento

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 e la cementeria 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 cementerie che diano garanzie di bontà, costanza del tipo, continuità di fornitura. La qualità del cemento dovrà essere garantita e controllata dall'Istituto ITC 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, DM 14/01/2008 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. Il dosaggio di cemento dovrà essere fatto a peso. 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. La conservazione del cemento sciolto avverrà in appositi sili. Il cemento in sacchi sarà custodito in luogo coperto, secco e ventilato; in ogni caso il cemento non potrà restare in deposito più di 90 giorni. Ogni 4 mesi si effettuerà lo svuotamento e la pulizia dei sili o dei depositi.

5.3.2. Aggregati

Per tutti i tipi di conglomerato cementizio dovranno essere impiegati esclusivamente aggregati conformi alle norme UNI 8520-1, UNI 8520-2 e UNI EN 12620. 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 (si veda la tabella seguente).

A cura della Direzione Lavori ed a spese dell'Impresa dovrà essere accertata, mediante esame mineralogico (UNI EN 932-3) presso un Laboratorio Ufficiale, l'assenza di minerali indesiderati 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 8520-22, punto 3, con la successione e l'interpretazione ivi descritte.

Caratteristiche degli Aggregati

CARATTERISTICHE	PROVE	METODO DI PROVA	TOLLERANZA DI ACCETTABILITA'
Gelività degli aggregati	Gelività	UNI EN 1367-1-2	perdita di massa <4% dopo 20 cicli
Resistenza alla abrasione	Los Angeles	UNI EN 1097-2	perdita di massa LA 30%
Compattezza degli aggregati	Degradabilità alle soluzioni solfatiche	UNI EN 1362-2	perdita di massa dopo 5 cicli 10%
Presenza di gesso e solfati solubili	Analisi chimica degli inerti	UNI EN 1744-1	SO ₃ 0,05%
Presenza di argille	Equivalentente in sabbia	UNI EN 933-8-9	ES 80 VB 0,6 cm ³ /g di fini
Presenza di pirite, marcasite e pirrotina	Analisi petrografica	UNI EN 932-3	assenti

CARATTERISTICHE	PROVE	METODO DI PROVA	TOLLERANZA DI ACCETTABILITA'
Presenza di sostanze organiche	Determinazione colorimetrica	UNI EN 1744-1	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 8520-22	UNI 8520 parte 22 Punto 4 UNI 8520 parte 22 Punto 5
Presenza di cloruri solubili	Analisi chimica	UNI EN 1744-1	Cl 0,05%
Coefficiente di forma e di appiattimento	Determinazione dei coefficienti di forma e di appiattimento	UNI EN 933-3-4	Cf 0,15 (Dmax= 32 mm) Cf 0,12 (Dmax= 64 mm)
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 tabella 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 933-3, 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 m³ 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 ogni m³ 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. Le singole pezzature non dovranno contenere sottoclassi in misura superiore al 15% e sovraclassi in misura superiore al 10% della pezzatura stessa. La dimensione massima (Dmax) dell'aggregato dovrà essere tale da permettere che il conglomerato possa riempire ogni parte del manufatto; dovrà pertanto risultare:

- minore di 0,25 volte la dimensione minima delle strutture;
- minore della spaziatura minima tra le barre di armatura, diminuita di mm 5;
- 1.3 volte minore dello spessore del copriferro.

Gli inerti saranno classificabili in base alla tabella seguente.

DIAMETRO mm	NATURALI	DA FRANTUMAZIONE
0,08-5,0	Sabbia alluvionale	Sabbia di frantoio
5-10	Ghiaino	Graniglia
10-25	Ghiaietto	Pietrischetto
25-76	Ghiaia	Pietrisco
>76	Ghiaione	Pietrame

Gli inerti devono essere conformi a quanto prescritto dalla norma UNI EN 12620. Le miscele di inerti fini e grossi, mescolati in percentuale adeguata, devono dar luogo a una composizione granulometrica costante, che permetta di ottenere i requisiti voluti sia nell'impasto fresco (consistenza, omogeneità, aria inglobata, ecc.) che nell'impasto indurito (resistenza, permeabilità, modulo elastico, ritiro, flauge, ecc.). La curva granulometrica dovrà essere tale da ottenere la massima compattezza del calcestruzzo con il minimo dosaggio di cemento, compatibilmente con gli altri requisiti richiesti. In ogni caso per i calcestruzzi di tutte le classi previste l'Appaltatore dovrà presentare all'approvazione della Direzione Lavori, in tempo utile prima dell'inizio dei getti, quanto segue: a) i campioni dei materiali che intende impiegare, indicando la qualità, il tipo e la provenienza dei medesimi, e dimostrando che i materiali proposti sono ottenibili in quantità sufficiente a coprire largamente il fabbisogno prevedibile; b) lo studio granulometrico dei vari componenti per ogni tipo di calcestruzzo, comprendendo le prove a compressione su cubetti, le resistenze dei quali dovranno risultare determinate sia a 7 giorni di stagionatura, che 28 giorni. Il numero delle prove preliminari non sarà inferiore a 30 per ciascuna delle classi superiori a Rck 150.

Dovrà inoltre essere dimostrato che i calcestruzzi proposti sono, in relazione alle condizioni di impiego, lavorabili in ogni punto e compattabili in una massa omogenea ed isotropa; per tali fini la D.L. potrà prescrivere che, oltre alla determinazione del rapporto acqua/cemento, vengano effettuate prove di lavorabilità con metodi scelti dalla stessa Direzione Lavori. Durante i lavori debbono eseguirsi frequenti controlli della granulometria degli inerti, mentre la resistenza del conglomerato deve essere comprovata da frequenti prove a compressione su cubetti prima e durante i getti impianto di betonaggio.

Le prove di resistenza a compressione ed eventuali altre prove che fossero richieste dalla D.L. per i calcestruzzi dovranno essere eseguite secondo quanto prescritto dalle NTC 2008, su campioni prelevati in numero non inferiore ad uno ogni 100 m³ di getto (vedi articolo relativo ai Controlli in corso d'opera).

Fermo restando quanto prescritto sul significato della resistenza caratteristica del calcestruzzo, per i vari tipi di calcestruzzo di cui all'elenco si dovranno in ogni caso rispettare i seguenti dosaggi minimi di cemento.

CLASSE	DOSAGGIO	TIPO
R150	200	325
R200	230	325
R250	270	325
R300	300	325
R400	350	425

I volumi, sia parziali che totali, del miscuglio degli inerti, così come le loro caratteristiche, potranno essere variati, in base ai risultati delle prove granulometriche, alla qualità di materiali, alla destinazione dei getti, a giudizio della D.L., senza che ciò dia diritto all'Appaltatore a compensi od a prezzi diversi da quelli contrattuali. Particolare cura sarà dedicata in corso di lavorazione al controllo della quantità di acqua di impasto con la prova del cono; in caso di eccesso di acqua rispetto alle quantità stabilite dai provini o in difetto alle quantità massime consentite come in appresso, l'Appaltatore dovrà provvedere a propria cura e spese ad aumentare in corrispondenza il dosaggio del cemento per ristabilire il rapporto acqua-cemento, ove ciò, a parere della D.L., non costituisca pregiudizio per l'opera. L'impasto dovrà risultare di consistenza omogenea ed uniformemente coesivo. L'eventuale uso di additivi, di qualsiasi genere, sarà soggetto all'approvazione della Direzione Lavori. La D.L. potrà ordinare prove particolari per verificare la resistenza del calcestruzzo all'azione dell'acqua aggressiva. Tali prove restano a totale carico dell'Appaltatore. Il calcestruzzo così confezionato verrà pagato con il prezzo di elenco corrispondente alla classe di appartenenza, intendendosi che ogni onere per l'impiego di cemento speciale e per l'aggiunta di additivi è compensato dal prezzo stesso. Si precisa che l'autorizzazione a dare inizio ai getti o la mancanza di eccezioni da parte della Direzione Lavori non diminuisce in alcun modo le responsabilità contrattuali dello Appaltatore circa la riuscita dei getti sino all'accettazione definitiva e ferme restando, in ogni caso, le responsabilità dell'Appaltatore stesso, ai sensi e per gli effetti degli artt.1667 e 1669 del Codice Civile.

5.3.3. Acqua di impasto

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 avere un contenuto in sali disciolti inferiore a 1 g/l. In merito al contenuto di ione cloruro nell'acqua per i manufatti in cemento armato normale o precompresso, si dovrà tener conto dei limiti previsti dalla Norma UNI 11417 per il contenuto totale

di tale ione. La quantità di materiale inorganico in sospensione dovrà essere inferiore a 2 g/l; la quantità di sostanze organiche (COD) inferiore a 0,1 g/l. 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 EN 933-1).

5.3.4. 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, verrà fatto uso di adatti additivi. 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 dei conglomerati cementizi. Gli additivi da impiegarsi nei calcestruzzi potranno essere: fluidificanti, acceleranti di presa; ritardanti di presa; superfluidificanti/impermeabilizzanti. Gli additivi dovranno essere usati dietro esplicita disposizione della Direzione Lavori, seguendo le istruzioni della casa produttrice per quanto riguarda dosature e modalità d'impiego. Gli additivi dovranno essere conformi alle specifiche UNI o ad altre specifiche applicabili. Il produttore di additivi deve esibire:

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

Il produttore dovrà inoltre garantire la qualità e la costanza di caratteristiche dei prodotti finiti. Il produttore di additivi 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. Gli additivi dovranno rispondere alle Norme UNI EN 934-2. Nel caso di uso contemporaneo di più additivi l'Impresa dovrà fornire alla Direzione Lavori la prova della loro compatibilità.

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. Sono esclusi gli additivi contenenti cloruri.

Additivi fluidificanti, superfluidificanti e iperfluidificanti

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 i 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. L'impasto di calcestruzzo così ottenuto avrà le seguenti caratteristiche:

- a parità di rapporto a/c dovrà produrre un aumento di slump di 18 -20 cm. Questa caratteristica verrà determinata secondo le norme UNI EN 206-1, partendo da un calcestruzzo avente slump iniziale di 2 -3 cm;
- per valori di slump da 20 a 25 cm dovrà presentare un bleeding (quantità di acqua essudata, UNI 7122) inferiore a 0,05 cm³/cm²;
- il valore dello slump dopo un'ora di trasporto in autobetoniera, non dovrà ridursi più del 50% (a temperatura ambiente di circa 20 °C).

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 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 EN 12350-7. 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 successivamente riportata. Gli aeranti 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.

Dosaggio richiesto di aria inglobata

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

(*) Tolleranza 1%

In alternativa all'uso di additivi aeranti è consentito l'impiego di microsferi 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 cicli gelo-disgelo secondo la Normativa UNI.

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. Per l'esecuzione dei getti di grandi dimensioni, per getti in climi caldi, per lunghi trasporti, per calcestruzzo pompato e in genere nelle situazioni in cui è richiesta una lunga durata della lavorabilità, si farà impiego di ritardanti di presa. L'impasto di calcestruzzo così ottenuto avrà le seguenti caratteristiche:

- a parità di rapporto a/c dovrà produrre un aumento di slump di 18 -20 cm. Questa caratteristica verrà determinata secondo le norme UNI EN 206-1, partendo da un calcestruzzo avente slump iniziale di 2 -3 cm;
- per valori di slump da 20 a 25 cm dovrà presentare un bleeding (quantità di acqua essudata, UNI 7122) inferiore a $0,05 \text{ cm}^3/\text{cm}^2$;
- il valore dello slump dopo un'ora di trasporto in autobetoniera a temperatura ambiente non dovrà ridursi di più di 2 cm.

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.

Per l'esecuzione di getti nella stagione fredda, e nella prefabbricazione, o in tutte le situazioni in cui è richiesto uno sviluppo di resistenza molto elevato specialmente alle brevi stagionature, si farà impiego di additivi acceleranti di presa. L'impasto di calcestruzzo così ottenuto avrà le seguenti caratteristiche:

- a parità di rapporto a/c dovrà produrre un aumento di slump di 18 -20 cm. Questa caratteristica verrà determinata secondo le norme UNI EN 206-1, partendo da un calcestruzzo avente slump iniziale di 2 -3 cm;
- per valori di slump da 20 a 25 cm dovrà presentare un bleeding (quantità di acqua essudata, UNI 7122) inferiore a $0,05 \text{ cm}^3/\text{cm}^2$.

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

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.

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.

Impermeabilizzanti

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

- presentare a 7 giorni un coefficiente di permeabilità inferiore a 10⁻⁹ cm/s e dell'ordine di 10⁻¹² cm/s a tempo infinito;
- 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 durezza e basso ritiro, ottenuti aggiungendo ad un normale impasto di cemento un superfluidificante tale da conferire caratteristiche reoplastiche al calcestruzzo, con almeno 20 cm di slump (in termini di cono di Abrams), scorrevole ma al tempo stesso non segregabile ed avente lo stesso rapporto a/c di un calcestruzzo senza slump (2 cm) non additivato iniziale (caratteristica questa determinata secondo le UNI EN 206-1). 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 cm/s; 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 C; in termini di slump, dopo un'ora il valore dello slump non dovrà ridursi più del 50%. Sempre a riguardo dell'impermeabilità il calcestruzzo dovrà presentare un bleeding (quantità d'acqua essudata, UNI 7122) inferiore a 0,05 cm³/cm² in modo da evitare la presenza di strati di calcestruzzo arricchiti d'acqua e pertanto porosi e permeabili.

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 nei punti precedenti.

5.3.5. 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 ed 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 dovrà presentare:

- i valori minimi di resistenza a compressione risultanti dalla seguente tabella (kg/cm^2):

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

- assenza di bleeding (UNI 7122);
- caratteristiche di espansività tali da produrre nella prova di espansione contrastata eseguita secondo il procedimento UNI 8147 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.

5.3.6. 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 dovranno presentare:

- i valori minimi di resistenza a compressione risultanti dalla seguente tabella (kg/cm^2):

Consistenza	a 1 giorno 20°C	28 giorni a 20°C
Plastica	300	850
Fluida	250	750

- assenza di bleeding;
- caratteristiche di espansività tali da produrre nella prova di espansione contrastata eseguita secondo il procedimento UNI 8147 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 la dosatura e le modalità di impiego. Il produttore di malte

5.3.7. Materiali per giunti

È previsto, per ottenere la tenuta idraulica fra strutture giuntate e fra riprese di getti in calcestruzzo, l'impiego di nastri in PVC o in gomma o in lamierino, che dovranno essere posti in opera con particolari precauzioni e, ove necessario, con interposizione di adatti materiali isolanti o sigillatura con speciali mastici e collanti. Le dimensioni dei nastri e dei lamierini sono indicate sui disegni: le giunzioni sono realizzate mediante incollaggio, vulcanizzazione o sigillatura a caldo. L'esecuzione di tali giunzioni dovrà essere approvata dalla Direzione Lavori. Le superfici di contatto dei materiali devono essere perfettamente asciutte, pulite e lisce.

Art. 5.4. Classi di esposizione

Le norme UNI EN 206-1 e UNI 11104 introducono 6 classi di esposizione per il calcestruzzo strutturale (dove oltre al massimo rapporto a/c e al minimo contenuti di cemento viene indicata anche la minima classe di resistenza tutto per garantire la durabilità del materiale), tali classi sono state riportate anche nelle Linee Guida sul Calcestruzzo strutturale edite dal Servizio Tecnico Centrale della Presidenza del Consiglio Superiore dei LL.PP..

Art. 5.5. Classi di consistenza calcestruzzo

La lavorabilità del calcestruzzo fresco, designata con il termine consistenza dalla normativa vigente, è un indice delle proprietà e del comportamento del calcestruzzo nell'intervallo di tempo tra la produzione e la compattazione dell'impasto in situ nella cassaforma.

Le indicazioni sulle alle classi di consistenza e sulle prove di determinazione sono riportate nelle norme UNI EN 206-1 e UNI 11104.

Art. 5.6. Qualifica preliminare dei conglomerati cementizi

L'Impresa è tenuta all'osservanza delle NTC 2008. Il calcestruzzo deve essere identificato come calcestruzzo a prestazione garantita, confezionato con processo industrializzato. Il costruttore, prima dell'inizio della costruzione di un'opera, deve effettuare idonee prove preliminari di studio, per ciascuna miscela omogenea di calcestruzzo da utilizzare, al fine di ottenere le prestazioni richieste

dal progetto. Il costruttore resta comunque responsabile della qualità del calcestruzzo, che sarà controllata dal Direttore dei Lavori.

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

- resistenza caratteristica a compressione R_{ck} ;
- durabilità delle opere (UNI 11417);
- diametro massimo dell'aggregato (UNI 8520);
- tipo di cemento e dosaggi minimi ammessi;
- resistenza a trazione per flessione secondo UNI EN 12390-5;
- resistenza a compressione sui monconi dei provini rotti per flessione;
- resistenza trazione indiretta;
- modulo elastico secante a compressione (UNI EN 12390-13);
- contenuto d'aria del conglomerato cementizio fresco (UNI EN 12350-7);
- ritiro idraulico (UNI 11307);
- resistenza ai cicli di gelo-disgelo (UNI 7087);
- impermeabilità (UNI EN 12390-8)

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) mix design con descrizione dei componenti la miscela:
 - la caratterizzazione granulometrica degli aggregati;
 - 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;
- c) la caratteristica dell'impianto di confezionamento: infatti gli impianti devono dotarsi di un sistema interno di controllo della produzione, 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.

- Certificato di controllo interno secondo UNI EN ISO 9001:2015 per produzione e distribuzione calcestruzzo preconfezionato.
- Certificato di controllo interno secondo UNI EN ISO 9001:2015 per estrazione e lavorazione di aggregati lapidei selezionati per il confezionamento di calcestruzzi, miscele bituminose e malte per l'edilizia. In allegato deve esserci lo stesso certificato per le varie sedi che l'impianto utilizza per l'estrazione e lavorazione degli aggregati lapidei.
- Certificato di controllo della produzione in fabbrica – FPC secondo UNI EN ISO 9001:2015 eseguito per i leganti idraulici.

- d) la caratteristica dell'impianto per 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 provvisorie (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 15/C.

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 modificate 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 206-1, 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 206-1. In nessun caso verrà ammesso l'impiego di "conglomerato cementizio a composizione richiesta" secondo la stessa Norma.

Art. 5.7. Controlli in corso d'opera

Il calcestruzzo deve essere prodotto in regime di controllo della qualità da eseguire nelle seguenti fasi:

- Valutazione preliminare della resistenza, prima dell'inizio della costruzione

- Controllo di produzione durante la produzione stessa
- Controllo di accettazione durante l'esecuzione dell'opera con prelievo contestuale al getto

Il prelievo dei campione deve avvenire secondo quanto indicato nel DM 14/01/2008 par. 11.2.4.

Il controllo di accettazione deve essere eseguito obbligatoriamente dal DL, mediante il controllo di tipo A e di tipo B.

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.

Il prelievo dei provini per il controllo di accettazione va eseguito alla presenza della D.L. o di un tecnico di sua fiducia che provvede alla redazione di apposito verbale di prelievo e dispone l'identificazione dei provini mediante sigle indelebili, etichette individuabili; la certificazione del laboratorio prove materiali deve riportare il riferimento a tale verbale.

L'Appaltatore dà avviso con almeno tre giorni di anticipo alla D.L. circa il programma dei getti e provvede a propria cura e spese a tenere costantemente in cantiere cubettiere a norma per il prelievo dei campioni di calcestruzzo.

Dopo il prelievo i campioni andranno conservati al riparo dal sole.

I provini saranno nella quantità scelta dalla D.L., comunque non inferiori a due provini per ciascuna giornata di getti e per ciascuna tipologia di calcestruzzo.

Per eventuali prove che la Direzione Lavori volesse eseguire sopra gli impianti od i calcestruzzi in opera, l'Appaltatore è tenuto a fornire tutta l'assistenza del caso.

L'Appaltatore comunica inoltre alla D.L. all'inizio dei lavori il nominativo del Laboratorio certificato a cui conferirà i provini di calcestruzzo e si fa carico di fornire alla D.L. i certificati di prova in originale entro 60 giorni da ciascun prelievo.

Art. 5.8. *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 ai paragrafi 11.2.4-11.2.5 (Controlli di tipo A e B) delle NTC08.

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 (UNI EN 12390-2).

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 la Norma UNI EN 12390-3, saranno presi a base per la contabilizzazione provvisoria dei lavori, a condizione che il valore della resistenza caratteristica cubica a compressione a ventotto giorni di maturazione - R_{ck} -, 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.

Limitatamente ai conglomerati cementizi non armati o debolmente armati (fino ad un massimo di kg 30 di acciaio per metro cubo), 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 ventotto giorni di maturazione - R_{ck} - 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 in cui la resistenza caratteristica cubica a compressione a ventotto giorni di maturazione - R_{ck} - 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.

Qualora dalle prove eseguite presso Laboratori Ufficiali risultasse un valore R_{ck} inferiore di non più del 10% rispetto a quello della classe indicata nei calcoli statici e nei disegni di progetto, la Direzione lavori, d'intesa con il Progettista, effettuerà una determinazione sperimentale della resistenza meccanica del conglomerato cementizio in opera e successivamente una verifica della sicurezza. Nel caso in cui tale verifica dia esito positivo il conglomerato cementizio verrà accettato ma il suo prezzo unitario verrà decurtato del 15%.

Qualora la resistenza caratteristica riscontrata risulti minore di quella richiesta di più del 10%, l'Impresa sarà tenuta, a sua totale cura e spese, alla demolizione e rifacimento dell'opera oppure all'adozione di quei provvedimenti che, proposti dalla stessa, per diventare operativi dovranno essere formalmente approvati dalla Direzione Lavori.

Nessun indennizzo o compenso sarà dovuto all'impresa se la R_{ck} 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.

Art. 5.9. 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 11417 e UNI EN 206-1.

La Direzione Lavori, d'intesa con il progettista (che dovrà documentare nel progetto delle opere l'adozione dell'istruzione di cui alla Norma UNI 11417) 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 permeabile, eventualmente aerato, a basso rapporto a/c, di elevata lavorabilità, con adeguato dosaggio di cemento del tipo idoneo, mediante compattazione adeguata, 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.

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/s
- dopo i cicli = 10^{-8} cm/s.

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 CEN/TS 12390-9.

La prova di penetrabilità dello ione cloruro o solfato verrà eseguita secondo la UNI CEN/TS 12390-11 o rispettivamente ex 8019.

Art. 5.10. Tecnologia esecutiva delle opere

Si ribadisce che l'Impresa è tenuta all'osservanza delle Norme Tecniche 2008 nonché delle Leggi e Norme vigenti, in quanto applicabili, ed in particolare della Norma UNI EN 206-1.

5.10.1. Confezione dei conglomerati cementizi

La confezione dei conglomerati cementizi dovrà essere eseguita con gli impianti preventivamente sottoposti all'esame della Direzione Lavori. 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; 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 depositi degli inerti per gli impianti di betonaggio devono essere separati per ogni tipo di inerte.

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 di cui al successivo articolo relativo alle prove sui materiali e sul conglomerato cementizio fresco.

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).

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

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 in cui prevedibilmente la temperatura possa scendere al di sotto di 273 K (0°C), 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.

Il tempo di mescolamento non sarà mai inferiore a 60 s dal momento in cui tutti i materiali sono stati introdotti, per betoniere fino a 1 m³. Per betoniere superiori si prolungherà il tempo di mescolamento di 15 s per ogni mezzo metro cubo addizionale. La betoniera non dovrà essere caricata oltre la sua capacità nominale: in particolare, le betoniere dovranno essere accuratamente vuotate dopo ogni impasto ed il calcestruzzo dovrà essere trasportato direttamente al luogo di impiego e ivi posto in opera. L'impasto con autobetoniere dovrà essere portato a termine alla velocità di rotazione ottimale per l'impasto.

5.10.2. 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.

I veicoli per il trasporto del calcestruzzo devono essere provvisti di dispositivo di agitazione. La capacità dei veicoli dovrà essere uguale o un multiplo intero di quella della betoniera per evitare il frazionamento di impasti nella distribuzione.

Saranno accettate in funzione della durata e della distanza di trasporto, le autobetoniere e le benne a scarico di fondo ed, eccezionalmente, i nastri trasportatori. 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 al seguente articolo relativo alle prove sui materiali e sul conglomerato cementizio fresco.

In particolare il calcestruzzo deve venire scaricato dalla betoniera in modo che esso cada verticalmente e da limitata altezza del mezzo od impianto di trasporto; il principio della caduta verticale da limitata altezza deve venire osservato, in tutte le fasi del trasporto e della posa del calcestruzzo.

Gli impianti ed i procedimenti adottati dovranno far sì che il calcestruzzo, dopo l'adeguato tempo di mescolamento nelle impastatrici meccaniche, che sarà fissato dalla D.L., sia trasportato e posto in opera senza alcuna sosta non essendo stato consentito l'impiego di impasti che abbiano comunque stazionato dal momento della loro confezione.

Il tempo intercorso tra l'inizio delle operazioni di impasto ed il termine dello scarico in opera non deve causare una diminuzione di lavorabilità, misurata con le prove di consistenza al cono di Abrams (slump test), superiore a 5 cm.

Particolare cura sarà rivolta al controllo delle perdite di acqua per evaporazione durante il trasporto a mezzo di autobetoniere; a questo scopo si controllerà la consistenza o la plasticità del calcestruzzo con prelievi periodici a giudizio della Direzione Lavori.

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

5.10.3. 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. La posa in opera sarà eseguita con ogni cura ed a regola d'arte, dopo aver preparato accuratamente e rettificato 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.

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

Tutte le superfici dentro cui dovrà essere versato il calcestruzzo dovranno essere asciutte, esenti da detriti, terra od altro materiale nocivo e saranno approvate previamente dalla Direzione Lavori.

L'Appaltatore non potrà eseguire getti in presenza di acqua, salvo esplicita autorizzazione della Direzione Lavori. Qualora i getti debbano eseguirsi in presenza d'acqua, l'Appaltatore dovrà provvedere, a sua cura e spese, ad attuare adeguati sistemi di captazione delle acque e di drenaggio delle stesse, in modo da evitare il dilavamento dei calcestruzzi od il formarsi di pressioni dannose a tergo dei rivestimenti durante la presa.

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.

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 stagge vibranti o attrezzature equivalenti; la regolarità dei getti dovrà essere verificata con un'asta rettilinea della lunghezza di m 2,00, che in ogni punto dovrà aderirvi uniformemente nelle due direzioni longitudinale e trasversale, saranno tollerati soltanto scostamenti inferiori a mm 10.

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 mm 10, 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 mm 15.

Eventuali ferri (filo, chiodi, reggette) che con funzione di legatura di collegamento casseri od altro, dovessero sporgere da getti finiti, dovranno essere tagliati almeno cm 0,5 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 cm 50 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 1,5 m; se necessario si farà uso di tubo getto o si getterà mediante pompaggio.

In quest'ultimo caso l'impianto di pompaggio deve essere sistemato in modo tale da assicurare un flusso regolare ed evitare l'intasamento dei tubi e la segregazione degli aggregati. La tubazione di adduzione dovrà essere piazzata in modo da evitare il più possibile l'ulteriore movimento del calcestruzzo.

Gli apparecchi, i tempi e le modalità per la vibrazione saranno quelli preventivamente approvati dalla Direzione Lavori.

Tra 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.

Qualora si verificano interruzioni per cause impreviste, il getto sarà interrotto in zone in cui meglio convenga la formazione di un giunto di costruzione, d'accordo con la Direzione Lavori. In nessun caso saranno ammessi ferri d'armatura in vista e rappezzi con intonaci.

Le posizioni dei giunti di costruzione e delle riprese di getto delle strutture in calcestruzzo semplice e armato, dovranno essere sottoposte alla preventiva approvazione della Direzione Lavori. In particolare è fatto esplicito obbligo che il getto di tutte le strutture orizzontali (per esempio platee, solettoni di fondazione, travi con relative solette) che per necessità strutturali debbono garantire un comportamento perfettamente monolitico siano prive di riprese. Potrà essere richiesto che il getto dei basamenti di macchine rotanti od alternative, sia eseguito senza soluzioni di continuità, in modo da evitare le riprese di getto, senza che per tale fatto alcun onere addizionale venga richiesto da parte dell'Appaltatore. Qualora l'interruzione del getto superi le 8 ore occorrerà, prima di versare lo strato successivo, scalpellare, sabbiare e lavare la superficie di ripresa e stendervi uno strato di 1 o 2 cm di malta formata dal medesimo impasto della classe di calcestruzzo del getto al quale saranno tolti gli inerti grossi.

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.

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

Appena gettato, il calcestruzzo verrà vibrato fino a completo rammollimento, espulsione di aria ed eliminazione di vuoti. I vibratori, del tipo di alta frequenza, dovranno avere diametro, lunghezza e potenza sufficienti a raggiungere il risultato della più completa costipazione in tempo inferiore ad un minuto su un'area intorno al vibratore non inferiore a tre quarti di metro quadrato.

La vibratura dovrà essere effettuata immergendo verticalmente il vibratore che dovrà penetrare in ogni punto per almeno 10 cm nella parte superiore dello strato gettato precedentemente, vibrandolo. In linea di massima la durata di vibrazione per metro cubo di calcestruzzo non sarà minore di 3 minuti. In ogni caso la vibratura dovrà essere interrotta prima di provocare la segregazione degli inerti. L'Appaltatore è tenuto a fornire in numero adeguato i vibratori adatti (7000 giri al minuto per tipi ad immersione; 8000 giri minuto per tipi da applicare alla casseforme).

In particolare anche i getti in pareti sottili (spessore rustico minore o uguale a 15 cm) dovranno essere vibrati salvo disposizioni contrarie della Direzione Lavori; le difficoltà di queste vibrazioni non potranno dar luogo, da parte dell'Appaltatore, a richieste di maggiori remunerazioni o giustificazioni per eventuali ritardi.

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

Nel caso dei getti contro terra, roccia, ecc., si deve controllare che la pulizia del sottofondo, il posizionamento di eventuali drenaggi, la stesa di materiale isolante o di collegamento, siano eseguiti in conformità alle disposizioni di progetto.

A completamente di quanto sopra, valgono le regole e le prescrizioni seguenti:

- ultimato uno strato di getto dovrà essere proibito, almeno per sei ore, il passaggio di personale sul calcestruzzo;
- durante i periodi di basse temperature i getti dovranno essere protetti mediante coperture opportunamente sollevate dalla superficie di getto. In tali condizioni le temperature sopra e sotto la copertura, specie di notte, dovranno essere accuratamente seguite e controllate con

appositi termometri. I getti potranno avere inizio al mattino, solo con temperature superiori a 2°C e con tendenza all'innalzamento della temperatura; cesseranno alla sera qualora la temperatura scendesse sotto i 4°C;

- il disarmo non potrà avvenire prima che siano trascorse 48 ore dall'ultimazione del getto;
- qualora nei getti, subito dopo l'inizio della presa, si verificassero anche piccole lesioni o incrinature, la D.L. potrà ordinare la demolizione dei getti anche se le prove ed i controlli a suo tempo eseguiti sul cemento o sugli inerti avessero dato risultati favorevoli;
- costituendo le riprese di getto il punto più delicato delle strutture, è necessario che il programma di lavoro venga studiato e realizzato dall'Appaltatore in modo tale da eseguire ogni singolo elemento con continuità salvo le sospensioni notturne e festive;
- sospensioni di getti nell'esecuzione di un elemento, superiori a 48 ore, per negligenza o imprevidenza dell'Appaltatore, compresi guasti agli impianti od esaurimento di scorte di inerti o di cemento, interruzioni o irregolarità di approvvigionamento, comporteranno a carico dell'Appaltatore tutti quei provvedimenti che la Direzione Lavori intenderà prendere per sanare il difetto verificatosi;
- per gli oneri di cui ai precedenti capoversi e relativi alle riprese di getto, nessun compenso è dovuto all'Appaltatore;
- il calcestruzzo gettato sarà opportunamente spianato con mezzi idonei che ne impediscono la proiezione così da evitare la separazione dei componenti.

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 dell'impasto, all'atto della posa in opera, non deve in nessun caso essere inferiore a 13°C per il getto di sezioni strutturali di spessore minore di 20 cm, e 10°C negli altri casi. Per ottenere tali temperature, occorrerà, se necessario, provvedere al riscaldamento preventivo degli inerti e dell'acqua di impasto. Si dovrà evitare che l'acqua venga a contatto diretto con il cemento, qualora la temperatura della stessa sia superiore ai 40°C.

L'acqua di impasto potrà essere riscaldata sino a 60 °C con i mezzi ritenuti più idonei allo scopo.

Nel caso di riscaldamento dell'acqua e degli aggregati, questi non devono superare i 40 °C sia per l'acqua sia per gli aggregati.

Quando la temperatura dell'acqua superi i 40°C si adotterà la precauzione di immettere nella betoniera dapprima la sola acqua con gli inerti, e di aggiungere poi il cemento quando la temperatura della miscela acqua + inerti sarà scesa al di sotto di 40°C.

Si eviterà inoltre che gli inerti abbiano temperatura inferiore agli 0° C e si farà in modo che l'impasto in uscita abbia una temperatura compresa tra 10 e 15°C. A questo scopo le temperature degli impasti dovranno essere misurate all'uscita delle betoniere, a mezzo di termometri.

Durante la stagione fredda, il tempo per lo scassamento delle strutture deve essere protratto, per tener conto del maggior periodo occorrente al raggiungimento delle resistenze necessarie (almeno 0,20 Rck e comunque superiore a 50 kg/cm²). Fino al momento del disarmo, si deve controllare, per mezzo di termometri introdotti in fori opportunamente predisposti nelle strutture, che la temperatura del conglomerato non scenda al di sotto dei +5°C.

Si potranno proteggere i getti, quando la temperatura dopo il getto scende al di sotto di - 5 °C, con coperture in teli impermeabili e riscaldatori a vapore o ad aria calda umidificata. In questo caso sarà riconosciuto un prezzo di addizionale al calcestruzzo gettato.

In ogni caso è vietata l'esecuzione di getti all'aperto quando la temperatura ambiente sia inferiore a -5 °C.

Il costo relativo al riscaldamento del calcestruzzo sarà completamente a carico dell'Appaltatore.

Durante la stagione calda bisognerà particolarmente curare che la temperatura dell'impasto non venga a superare i 30°C. Bisognerà a questo scopo impedire l'eccessivo riscaldamento degli aggregati, sia proteggendo opportunamente i depositi sia mantenendo continuamente umidi gli inerti (in modo che l'evaporazione continua dell'acqua alla superficie degli stessi ne impedisca il surriscaldamento). Qualora la temperatura dell'impasto non possa venire mantenuta al di sotto di 30°C, i getti debbono essere sospesi, a meno che non venga aggiunto agli impasti un opportuno ed efficace additivo plastificante - ritardante, atto ad eliminare gli inconvenienti dell'elevata temperatura. Durante la stagione calda deve essere eseguito un controllo più frequente della consistenza. La stagionatura dei conglomerati dovrà essere effettuata in ambiente tenuto continuamente umido e protetto dal sovrariscaldamento in luogo della bagnatura, le superfici dei getti possono essere trattate con speciali vernici antievaporanti.

Il costo relativo al raffreddamento o riscaldamento del calcestruzzo sarà completamente a carico dell'Appaltatore.

5.10.4. Finitura delle superfici del calcestruzzo

Per quelle strutture in calcestruzzo che dovranno restare in vista o avranno funzioni idrauliche, dovranno essere particolarmente curate le proporzioni degli impasti e le modalità del getto. Dovrà essere escluso un aumento del rapporto effettivo acqua-cemento oltre il valore di 0,45 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 effettuato 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 4 classi caratteristiche di valutazione realizzate sulla base delle indicazioni dei disegni. Tutte le irregolarità superficiali continue saranno rilevate con righello di 1,50 m. Tutti i difetti riscontrati verranno eliminati non appena disarmate le casseforme, dopo l'ispezione della Direzione Lavori. La definizione di ciascuna classe di finitura è la seguente:

- F1: si applica alle superfici che saranno ricoperte con terra o materiale di riempimento ed avrà le seguenti caratteristiche: irregolarità superficiali 2,5 cm;
- F2: si applica alle superfici non sempre esposte alla vista e che non richiedano una finitura maggiore, ed alle superfici che sono destinate ad essere intonacate: irregolarità superficiali brusche 0.5 cm; irregolarità superficiali continue 1,5 cm;
- F3: si applica alle superfici destinate a rimanere esposte alla vista o a contatto con liquidi in movimento: irregolarità superficiali brusche 0,2 cm; irregolarità superficiali continue 1,0 cm;
- F4: si applica alle superfici che richiedono particolare precisione, alle facce degli elementi prefabbricati, piattaforme di supporto di macchinari ed opere idrauliche: irregolarità superficiali brusche e continue 0,1 cm.

È facoltà della Direzione Lavori esigere, soprattutto per le finiture F3 ed F4, campionature sul posto onde poter definire le caratteristiche più opportune delle casseforme, il sistema di disarmo, la troncatura e sfilaggio dei tiranti metallici d'ancoraggio ecc. per realizzare il grado di finitura richiesto. Salvo riserva di accettazione da parte della Direzione Lavori, 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 ed F4 si dovrà ricorrere a sgrossatura con mola elettrica, stuccatura e successiva smerigliatura con mola delle superfici.

5.10.5. Stagionatura e disarmo

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 per almeno 6 giorni, 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. 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 prematuro 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 uniformemente nel conglomerato cementizio, in misura di 0,5 - 1,5 kg/m³.

Nel caso in cui 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.

Maturazione accelerata a vapore

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

- 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.

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 del 2008.

Protezione dopo la scasseratura

Si richiama integralmente la Norma UNI EN 206-1; al fine di evitare un prematuro 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.

5.10.6. 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.

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 manodopera 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 procedere contemporaneamente al rivestimento ed essere eseguiti in modo da consentire l'adattamento e l'ammorsamento.

Qualora la Società 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.

5.10.7. Prova sui materiali e sul conglomerato cementizio fresco

Fermo restando quanto stabilito al precedente articolo relativo ai controlli in corso d'opera 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).

La prova di consistenza si eseguirà misurando l'abbassamento al cono di Abrams (slump), come disposto dalla Norma UNI EN 12350-2. Tale prova sarà considerata significativa per abbassamenti compresi fra cm 2 e cm 20. Per abbassamenti inferiori a cm 2 si dovrà eseguire la prova con la tavola a scosse secondo la Norma UNI EN 12350-5, o con l'apparecchio VEBE secondo la Norma UNI EN 12350-3.

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 cm 3.

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 12350-7.

Il rapporto acqua/cemento del conglomerato cementizio fresco dovrà essere controllato in cantiere, secondo la Norma UNI ex 6393, 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 l'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..

5.10.8. 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 NTC 2008.

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. 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 cm 4. 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 mm 0,6, 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.

5.10.9. 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 delle precompressione;
- la messa in tensione da uno o da entrambi gli estremi;
- le eventuali operazioni di ritartura 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.

5.10.10. Protezione catodica delle solette di impalcato di ponti e viadotti

Di norma la Società provvede direttamente, tramite Impresa specializzata, alla fornitura e posa in opera degli impianti per la protezione catodica delle solette di impalcato di ponti e viadotti.

Qualunque sia la tipologia dell'impianto l'Impresa dovrà tenere conto, nei propri programmi di lavoro, dei tempi occorrenti per la loro fornitura e posa in opera, e dovrà coordinarsi in tal senso con l'Impresa specializzata.

L'impresa, dietro formale richiesta della Direzione lavori resta obbligata inoltre a prestare assistenza.

5.10.11. Inserti a tenuta nei calcestruzzi

Tutti gli inserti, come tubi, profilati metallici, ecc., che attraversano strutture di calcestruzzo contenenti liquami, dovranno essere posti in opera nei punti precisi indicati sui disegni e con sistemi tali da impedire perdite o filtrazioni dei liquami nel contatto calcestruzzo-inerti. Pertanto potranno essere permessi giunti o alette metalliche che garantiscano la tenuta e resistano alla pressione del liquame nonché l'uso di malta sigillante a tenuta idraulica. La fornitura e la posa di tali accorgimenti saranno a carico dell'Appaltatore.

ART 6. CASSEFORME

Art. 6.1. Casserature per opere in calcestruzzo semplici o armate

6.1.1. 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 spancamenti e distacchi delle stesse durante le vibrazioni del getto.

Sono previsti due tipi:

- a) 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;
- b) 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.

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 boiaccia di cemento e conseguente dilavamento dell'impasto, in corrispondenza delle fessure, soprattutto negli spigoli orizzontali e verticali.

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

6.1.2. 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 di quello di cui al punto a del precedente paragrafo, 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.

6.1.3. Pulizia e lubrificazione

Al momento del getto del calcestruzzo la superficie interna delle casseforme dovrà essere esente da qualsiasi incrostazione di malta, boiaccia 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.

6.1.4. 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.

ART 7. FERRO TONDO D'ARMATURA

Art. 7.1. Ferro per opere in cemento armato e Rete elettrosaldata

7.1.1. Generalità

Il ferro tondo di armatura sarà fornito dall'Impresa e verrà posto in opera in base ai disegni di dettaglio approvati dalla Direzione Lavori o a quanto previsto nel progetto esecutivo.

Si prevede di usare barre ad aderenza migliorata B450C a seconda di quanto indicato nei disegni esecutivi o richiesto dalla Direzione Lavori.

Gli acciai per calcestruzzi armati dovranno corrispondere alle Norme tecniche del DM 14.01.08.

7.1.2. Modalità esecutive

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

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 l'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 liquidi, il ricoprimento dei ferri non deve essere inferiore ai 3 cm dal perimetro esterno delle barre di armatura.

Nel prezzo del ferro per le armature sono compresi, oltre agli oneri di provvista, quelli relativi al taglio, piegatura, sagomatura, saldatura posa in opera, perdite per sfridi, alla fornitura ed impiego del filo di ferro per le legature, alla filettatura dei manicotti e alla realizzazione dei sostegni.

7.1.3. Prove di accettazione e controllo

I ferri per le armature devono essere:

- Identificati e rintracciabili in cantiere, come previsto nel par. 11.3.1.4 delle NTC08
- qualificati sotto la responsabilità del produttore, nei centri di produzione, come indicato nel par. 11.3.1.2,

- accettati dal Direttore dei lavori in cantiere mediante acquisizione e verifica della documentazione di qualificazione e attraverso prove sperimentali di accettazione, come indicato al paragrafo 11.3.2.10.4 del DM14-01-08.

Le caratteristiche qualitative dei materiali devono essere riconoscibili, e gli stessi devono essere riconducibili allo stabilimento di produzione tramite apposita marchiatura.

In corso d'opera i controlli in cantiere sono obbligatori, è opportuno che avvengano prima della messa in opera del lotto e comunque entro 30 giorni dalla consegna del materiale.

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 ai precedenti punti.

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

L'Appaltatore dovrà inoltre far eseguire, presso laboratori ufficiali prove su campioni di ferro per armatura prelevati in cantiere secondo quanto prescritto dal D.M. 14 gennaio 2008.

I campioni prelevati e preparati verranno sottoposti a prove secondo modalità che dovranno rispondere ai requisiti riportati nella Tabella 11.3.VI del DM 2008:

- prova di trazione con determinazione del carico di rottura di snervamento e dell'allungamento su provetta corta;
- prova di piegamento;
- prova di resistenza;
- analisi chimica con determinazione dei principali componenti: C, Mn, Si, S, P.

Le prove elencate saranno effettuate presso un Laboratorio Ufficiale o Laboratorio Autorizzato, nel rispetto delle normative vigenti.

I materiali devono essere nuovi esenti da difetti palesi od occulti.

In ogni caso la Direzione Lavori richiederà prove addizionali nel caso in cui 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.

7.1.4. Certificazioni

Le norme, par. 11.3.1. del DM 14/01/2008 prevedono tre forme di controllo obbligatorie:

- in stabilimento sui lotti di produzione (30/120 ton)
- nei centri di trasformazione sulle forniture (90 ton)
- di accettazione in cantiere sui lotti di spedizione (30 ton)

Identificazione e qualificazione

Per quanto concerne l'identificazione e qualificazione, possono aversi prodotti in possesso della Marcatura CE prevista dalla direttiva 89/106/CEE oppure prodotti per i quali è prevista la qualificazione con le modalità e le procedure indicate nel D.M. 14/01/2008.

Controlli di produzione in stabilimento

Secondo quanto al par. 11.3.12. del DM. 14/01/2008 tutti gli acciai devono essere prodotti con un sistema permanente di controllo interno della produzione ISO 9001:2000 certificato da Ente terzo, atto a garantire il mantenimento della affidabilità nella conformità del prodotto finito.

Per i prodotti non recanti la Marcatura CE il Direttore Lavori dovrà accertarsi del possesso e validità (biennale) dell'Attestato di Qualificazione del produttore presso il STC (Servizio Tecnico Centrale, Ministero LLPP.)

La procedura di qualificazione deve essere comunicata al STC allegando la relazione con i dati di produzione, dello stabilimento, degli impianti, modalità di controllo interno e di marchiatura, copia del manuale di qualità, come indicato al par. 11.3.1.1.

Il prodotto fornito dall'Appaltatore deve presentare una marchiatura, dalla quale risulti in modo inequivocabile il riferimento:

- 1) all'azienda produttrice
- 2) allo stabilimento di produzione
- 3) al tipo di acciaio
- 4) al suo grado qualitativo
- 5) al marchio che dovrà risultare depositato presso il Ministero dei LL.PP., Servizio Tecnico Centrale.
La mancata marchiatura o la sua illeggibilità anche parziale, comporterà il rifiuto della fornitura.

Tutte le forniture di acciai devono essere accompagnate da:

- attestato di qualificazione (validità quinquennale) rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale della Presidenza del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici secondo le procedure di cui al punto 11.3.1.2 del D.M. 14/01/2008. Il riferimento a tale attestato deve essere riportato sul Documento di Trasporto, con la data di spedizione, il riferimento alla qualità, al tipo dell'acciaio, al destinatario. Le forniture effettuate da un commerciante o da un trasformatore intermedio devono essere accompagnate da copia dei documenti rilasciati dal produttore e completati con il riferimento al Documento di Trasporto del commerciante o del trasformatore intermedio.
- Il DL prima della messa in opera è tenuto a verificare quanto sopra e a rifiutare le eventuali forniture non conformi, come da par. 11.3.15.
- copia della Dichiarazione, presentata dall'Officina di Trasformazione al Servizio Tecnico Centrale o secondo quanto previsto al punto 11.3.1.7 del D.M. 14/01/2008.

Al momento dell'ingresso dei materiali in officina essi dovranno essere accompagnati dai:

- certificati delle analisi chimiche e delle prove meccaniche rilasciati dalle aziende produttrici.
- Suddetta documentazione sarà consegnata alla Direzione Lavori.
- L'Appaltatore dovrà fornire a D.L. i certificati relativi alle:
- prove di qualificazione ed alle prove periodiche di verifica della qualità eseguite dai Laboratori Ufficiale o Laboratori Autorizzati, incaricati dei controlli .

Dai certificati dovrà risultare chiaramente:

- il nome dell'azienda produttrice, lo stabilimento e il luogo di produzione;
- l'indicazione del tipo di prodotto e della eventuale dichiara saldabilità;
- il marchio di identificazione del prodotto depositato presso il Servizio Tecnico Centrale;
- gli estremi dell'attestato di qualificazione nonché l'ultimo attestato di conferma (per le verifiche periodiche della qualità);
- la data del prelievo, il luogo di effettuazione delle prove e la data di emissione del certificato (non anteriore a tre mesi dalla data di spedizione in cantiere);
- le dimensioni nominali ed effettive del prodotto;
- i risultati delle prove eseguite in stabilimento o presso un laboratorio ufficiale;
- l'analisi chimica, che per prodotti saldabili, dovrà soddisfare i limiti di composizione raccomandati dalle Norme UNI EN 10025, UNI EN 10210-1 e UNI EN 10219-1;
- le elaborazioni statistiche e quanto previsto dal D.M. 14/01/2008 ai par.:
 - 11.3.1.6 Prove qualificazione e verifiche periodiche
 - 11.3.2 Acciaio per cemento armato
 - 11.3.2.10.3 Controlli nei centri di Trasformazione

I controlli costituiti da 3 spezzoni di uno stesso diametro di una stessa fornitura proveniente da uno stesso stabilimento sono obbligatori su ciascuna fornitura o comunque ogni 90 ton.

Le prove devono essere certificate dai laboratori Laboratorio Ufficiale o Laboratorio Autorizzato, nel rispetto delle normative vigenti.

ART 8. STRUTTURE PREFABBRICATE

Art. 8.1. Elementi scatolari, canalette e pozzetti prefabbricati

8.1.1. Generalità

La progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle costruzioni prefabbricate sono disciplinati dalle norme del Testo Unico "Norme tecniche per le costruzioni", emanato dal Ministero delle Infrastrutture con D.M. 14 gennaio 2008 e smi..

Il sistema di attestazione della conformità dei manufatti prefabbricati utilizzati e montati dall'Impresa costruttrice dovrà essere congruente con le indicazioni contenute nel Decreto del Ministero delle Infrastrutture 11 aprile 2007.

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.

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 di appoggio dovrà essere costituita da un getto in cls della classe e dimensione come da disegni esecutivi, compreso l'onere del controllo della livelletta con l'ausilio di idonee apparecchiature laser. La giunzione tra gli elementi dovrà essere realizzata solamente mediante apparecchiature idrauliche o manuali di tiro (TIRO-FOR), garantendo il corretto posizionamento della guarnizione di tenuta.

8.1.2. Montaggio

Nel rispetto delle vigenti norme antinfortunistiche, i mezzi di sollevamento dovranno essere proporzionati per la massima prestazione prevista nel programma di montaggio. 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'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 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.

8.1.3. Prove di accettazione e controllo

Le forniture di componenti strutturali prodotti in serie controllata dovranno essere accompagnate da certificato di origine firmato dal produttore e dal tecnico responsabile della produzione, attestante la rispondenza del materiale alla documentazione depositata presso il Ministero dei Lavori Pubblici; al certificato saranno allegate:

- a) copia dei certificati di verifica preventiva del laboratorio ufficiale;
- b) copia delle pagine del registro di produzione recanti i risultati delle prove eseguite in stabilimento sui materiali impiegati per la fornitura in oggetto.

I componenti strutturali prodotti in serie dichiarata dovranno essere accompagnati da certificati di origine come definito sopra e dalla copia dei certificati di prove materiali eseguiti presso un laboratorio ufficiale, da cui risulti che i campioni di materiale sono stati estratti dalla fornitura in oggetto: la dichiarazione in tal senso dovrà essere sottoscritta dal direttore di produzione.

ART 9. OPERE MURARIE E ACCESSORIE

Art. 9.1. Intonacatura

9.1.1. Generalità

Gli intonaci in genere dovranno essere eseguiti in stagione opportuna, dopo aver rimosso dai giunti delle murature la malta poco aderente e dopo aver ripulito e abbondantemente bagnato la superficie della parete stessa. Gli intonaci, di qualunque specie siano, non dovranno mai presentare peli, crepature, irregolarità negli allineamenti e negli spigoli, od altri difetti. Quelli comunque difettosi o che non presentassero la necessaria aderenza alle murature, dovranno essere demoliti e rifatti dall'Impresa a sue spese. Ad opera finita dovrà avere uno spessore non inferiore ai mm 15. Gli spigoli sporgenti o rientranti verranno eseguiti ad angolo vivo oppure con opportuno arrotondamento a seconda degli ordini che in proposito darà la Direzione Lavori. Gli spigoli sporgenti saranno rinforzati e protetti da opportuni angolari metallici.

9.1.2. Caratteristiche dei materiali

Per quanto concerne gli inerti, l'acqua ed il cemento da usare nella preparazione delle malte per gli intonaci valgono le indicazioni riportate per i calcestruzzi.

La calce da usare nella preparazione della malte per gli intonaci dovrà essere idraulica in polvere e rispondere ai requisiti richiesti dalla Legge 26.5.1965 e dal D.M. 31.08.1972. Dovrà inoltre essere fornita in sacchi originali, con tutte le modalità di cui all'articolo 3 della Legge 26.5.1965 n.595.

I sacchi dovranno sempre, sia all'atto della fornitura che al momento dell'impiego del materiale, in perfetto stato di conservazione; sarà rifiutata la calce idraulica contenuta in sacchi che comunque presentassero manomissioni: i sacchi rifiutati dovranno essere subito allontanati dal cantiere.

La calce idraulica in polvere dovrà essere trasportata in cantiere al riparo della pioggia e dalla umidità, dovrà essere conservata in magazzini coperti ed in tavolati di legno così come prescritto per i cementi.

E' vietato l'uso di calce idraulica che presentasse grumi.

Il gesso scagliola da usare nella confezione delle miscele per le rasature a gesso, dovrà rispondere ai requisiti richiesti dalle norme UNI 8377.

9.1.3. Modalità esecutive

Predisposte le fasce verticali, sotto regolo di guida, in numero sufficiente, verrà applicato alle murature un primo strato di malta bastarda o di cemento, gettato con forza in modo che possa penetrare nei giunti e riempirli.

Dopo che questo strato si sarà ben asciugato, si applicherà su di esso un secondo strato della medesima malta che si stenderà con la cazzuola o col frattazzo metallico stuccando ogni fessura e togliendo ogni asprezza, cosicché le pareti riescano per quanto possibile regolari.

Appena l'intonaco rustico avrà preso consistenza, si distenderà su di esso un terzo strato di malta fina che si conguaglierà con le fasce di guida in modo che l'intera superficie risulta piana ed uniforme, senza ondeggiamenti e disposta a perfetto piano verticale o secondo le superfici degli intradossi.

La rasatura a gesso sarà lavorata e lisciata perfettamente a ferro e la superficie rasata non dovrà presentare ondulazioni o tracce in lavorazione. Gli spigoli saranno protetti da adatti rinforzi metallici.

Quando l'arricciatura in malta di cemento sarà ancora fresca, la superficie frattazzata verrà spolverata con cemento puro e poi lisciata perfettamente con frattazzo o meglio cazzuola in acciaio in modo che il cemento penetri bene nell'arricciatura e la superficie risulti liscia ed uniforme.

9.1.4. Prove di accettazione e controllo

La Direzione Lavori potrà, a suo insindacabile giudizio, effettuare prove a spese dell'Impresa sui materiali forniti e sulle lavorazioni per verificarne la rispondenza alle caratteristiche sopra specificate.

I materiali non ritenuti idonei dovranno essere allontanata dal cantiere. L'Impresa dovrà altresì provvedere al rifacimento delle lavorazioni non accettate dalla Direzione Lavori. Le pareti rivestite dovranno essere abbondantemente bagnate per almeno 5 giorni dalla posa in opera, al fine di evitare la disidratazione e la formazione di fessure.

Art. 9.2. Finitura di superfici in calcestruzzo

Gli interventi finitura di superfici in calcestruzzo, di spessore non inferiore a mm 3, saranno effettuati con malta bicomponente a base di cementi ad alta resistenza, aggregati selezionati a grana fine, additivi speciali e polimeri sintetici in dispersione acquosa.

Il prodotto dovrà essere provvisto di marcatura CE e dovrà rispondere ai requisiti minimi richiesti dalla UNI EN 1504-3 per le malte non strutturali di classe R2 e ai requisiti richiesti dalla UNI EN 1504-2 rivestimento (C), secondo i principi MC e IR, per la protezione del calcestruzzo.

Dovrà avere le seguenti caratteristiche prestazionali:

- massa volumica dell'impasto 1800 kg/m^3
- resistenza a compressione (UNI EN 12190) $\geq 15 \text{ MPa}$ (a 28 gg)
- adesione al supporto (UNI EN 1542) $\geq 0.8 \text{ MPa}$ (a 28 gg)
- assorbimento capillare (UNI EN 13057) $\leq 0.5 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{h}^{0.5}$

La superficie da trattare dovrà essere perfettamente pulita e solida; si dovrà procedere con la bagnatura fino a saturazione del supporto e, quindi, attendere l'evaporazione dell'acqua in eccesso.

La malta andrà stesa con spatola in uno spessore massimo per strato di 2-3 mm; la lisciatura potrà essere fatta con la stessa spatola piana oppure con frattazzino di spugna qualche minuto dopo l'applicazione. Se la superficie tende ad essiccarsi durante la lisciatura, occorre inumidire con acqua la spugna per facilitare lo scorrimento del frattazzino.

Dopo l'applicazione, la malta deve essere stagionata con cura, proteggendo la superficie dalla evaporazione rapida. Non applicare il prodotto con temperature inferiori a +5°C.

Art. 9.3. Pulizia di superfici mediante getto d'acqua a pressione variabile

Ogni qualvolta si utilizzeranno sistemi di pulitura che implicheranno l'uso di considerevoli quantitativi d'acqua dovrà essere pianificato in sede di cantiere, prima di procedere con l'intervento, il sistema di raccolta e di convogliamento del liquido e dovrà essere prevista la protezione (mediante l'utilizzo di teli impermeabili) delle parti che, non essendo interessate dall'operazione di pulitura (serramenti, vetri ecc.), potrebbero essere danneggiate durante la procedura.

La pulizia delle superfici dovrà essere effettuata con idonea pressione. La procedura prevedrà l'esecuzione del lavaggio con getto di acqua, calda o fredda in riferimento alle indicazioni della D.L., emesso tramite l'ausilio di un ugello erogatore distante dalla superficie in una misura mai inferiore a 5 cm o superiore a 20 cm; si procederà con la pulitura dall'alto verso il basso per delimitate campiture, così da riuscire ad asportare velocemente lo sporco ed evitare la sua eventuale penetrazione (per percolamento) nelle parti inferiori, dopodiché si terminerà con un risciacquo dell'intera superficie. Al termine delle operazioni di lavaggio è opportuno accertarsi che l'intervento non abbia provocato dei danni al materiale (erosioni, abrasioni ecc.) e che non siano presenti polveri trasportate verso il basso dal ruscellamento delle acque di lavaggio. Considerata la quantità d'acqua impiegata, prima di iniziare le operazioni di pulitura si dovranno mettere in atto le precauzioni sopra enunciate.

Art. 9.4. Protezione anticorrosiva dei ferri d'armatura

In presenza di ferri d'armatura scoperti, si procederà al trattamento anticorrosivo dei tondini di acciaio mediante applicazione a pennello in due mani di malta monocomponente a base di leganti cementizi, polimeri in polvere e inibitori di corrosione, provvista di marcatura CE e conforme ai principi delle UNI EN 1504-9 e ai requisiti prestazionali definiti dalla UNI EN 1504-7.

Prima dell'applicazione, i ferri d'armatura dovranno essere completamente liberati dalla ruggine: a seconda delle condizioni in cui versano, prima della applicazione della malta, si dovrà procedere con la spazzolatura meccanica o la sabbiatura dei tondini in acciaio.

Le prestazioni finali dovranno corrispondere a quanto riportato nella tabella che segue.

Caratteristica prestazionale	Metodo di prova	Requisiti in accordo con UNI EN 1504-7
Resistenza allo sfilamento delle barre di acciaio: carico relativo ad uno spostamento di 0.1 mm	UNI EN 15184	Carico pari all'80% del carico determinato su armatura non rivestita
Resistenza alla corrosione: 10 cicli di condensazione in acqua; 10 cicli di anidride solforosa secondo UNI EN ISO 6988; 5 gg in nebbia salina secondo IEC EN 60068-2-11	UNI EN 15183	Dopo la serie di cicli le barre d'acciaio rivestite devono essere esenti da corrosione. La penetrazione della ruggine all'estremità della piastra d'acciaio priva di rivestimento deve essere < 1 mm

Art. 9.5. Ripristino superfici in calcestruzzo per ricostruzione copriferro

La ricostruzione del calcestruzzo copriferro, dello spessore indicato negli elaborati grafici e, comunque, non inferiore a 3 cm, verrà effettuata con malta a ritiro compensato, composta da cementi ad alta resistenza, inerti selezionati, additivi e fibre sintetiche, provvista di marcatura CE e conforme ai requisiti prestazionali definiti dalla norma UNI EN 1504-3 per malte strutturali di classe R4.

Per preparare il sottofondo si dovrà rimuovere il calcestruzzo deteriorato in fase di distacco e pulire accuratamente il calcestruzzo e i ferri di armatura. Il sottofondo dovrà poi essere bagnato a saturazione, attendendo l'evaporazione dell'acqua in eccesso prima della applicazione della malta.

L'applicazione della malta, di consistenza tissotropica, dovrà avvenire a cazzuola o a spatola, senza necessità di casseri.

Le prestazioni finali dovranno corrispondere a quanto riportato nella tabella che segue.

Caratteristica prestazionale	Metodo di prova	Requisiti in accordo con UNI EN 1504-3 per malte di classe R4
Resistenza a compressione	UNI EN 12190	≥ 45 MPa (dopo 28 gg)
Modulo elastico a compressione	UNI EN 13412	≥ 20 GPa (dopo 28 gg)
Adesione al supporto	UNI EN 1542	≥ 2 MPa (dopo 28 gg)

ART 10. OPERE STRADALI

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

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

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

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

Il sistema di attestazione della conformità di tutti i materiali (pietrame, pietrischi, pietrischetti, graniglie, sabbie, additivi, ghiaie, ghiaietti bitumi ed emulsioni bituminose) dovrà essere congruente con la normativa vigente in materia.

Art. 10.1. Fondazione stradali in misto granulare stabilizzato

10.1.1. Generalità

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

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

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

10.1.2. Caratteristiche dei materiali

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

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

Serie crivelli e setacci UNI	Miscela passante % totale in massa
Crivello 71	100
Crivello 40	75 - 100
Crivello 25	60 - 87
Crivello 10	35 - 67
Crivello 5	25 - 55

Setaccio 2	15 - 40
Setaccio 0,4	7 - 22
Setaccio 0,075	2 - 10

- 3) rapporto tra il passante al setaccio 0.0075 ed il passante 0.4 inferiore a 2/3;
- 4) perdita in massa alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature inferiore al 30%;
- 5) equivalente in sabbia misurato sulla frazione passante al setaccio 4 ASTM, compreso tra 25 e 65. Tale controllo dovrà anche essere eseguito per materiale prelevato dopo costipamento. Il limite superiore dell'equivalente in sabbia (65) potrà essere variato dalla Direzione Lavori in funzione delle provenienze e delle caratteristiche del materiale. Per tutti i materiali aventi equivalente in sabbia compreso tra 25 e 35, la Direzione Lavori richiederà in ogni caso (anche se la miscela contiene più del 60% in peso di elementi frantumati) la verifica dell'indice di portanza CBR di cui al successivo comma 6;
- 6) indice di portanza CBR dopo 4 giorni di imbibizione in acqua (eseguito sul materiale passante al crivello 25) non minore di 50. È inoltre richiesto che tale condizione sia verificata per un intervallo di +2% rispetto all'umidità ottima di costipamento.

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

10.1.3. *Modalità esecutive*

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

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

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

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

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

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

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

La superficie finita non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto di oltre 1 cm, controllato a mezzo di un regolo di m 4.50 di lunghezza e disposto secondo due direzioni ortogonali.

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

10.1.4. Prove di accettazione e controllo

Prima dell'inizio dei lavori, l'Impresa dovrà presentare alla D.L. certificati di laboratorio effettuate su campioni di materiale che dimostrino la rispondenza alle caratteristiche sopra descritte. Contemporaneamente l'Impresa dovrà indicare, per iscritto, le fonti di approvvigionamento, il tipo di lavorazione che intende adottare, il tipo e la consistenza dell'attrezzatura di cantiere che verrà impiegata. I requisiti di accettazione verranno poi accertati con controlli dalla Direzione Lavori in corso d'opera, prelevando il materiale in sito già miscelato, prima e dopo effettuato il costipamento.

Art. 10.2. Conglomerato bituminoso per strati di base

10.2.1. Generalità

Lo strato di base è costituito da un misto granulare di frantumato, ghiaia, sabbia ed eventuale additivo (secondo le definizioni riportate nel B.U. del CNR N. 139), impastato con bitume a caldo, previo preriscaldamento degli aggregati, steso in opera mediante macchina vibrofinitrice e costipato con rulli gommati, vibranti gommati e metallici.

10.2.2. Caratteristiche dei materiali

Aggregati

Pietrischi, pietrischetti, graniglie, sabbie, ghiaie e ghiaietti dovranno corrispondere ai requisiti stabiliti nelle norme sugli aggregati UNI EN 13043.

Gli aggregati impiegati devono essere qualificati in conformità al Regolamento UE n. 305/2011 sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura deve essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13043. Le caratteristiche tecniche degli aggregati ed i metodi di attestazione devono essere conformi al Decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 16 novembre 2009. La designazione dell'aggregato grosso deve essere effettuata mediante le dimensioni degli stacci appartenenti al gruppo di base più gruppo 2 della UNI EN 13043.

Il prelevamento di campioni di materiali inerti per il controllo dei requisiti di accettazione appresso indicati verrà effettuato secondo le norme riportate nel B.U. del CNR N. 93.

L'aggregato grosso sarà costituito da ghiaie (o frantumati) che dovranno rispondere, in conformità al B.U. del CNR N. 139, ai seguenti requisiti:

- perdita in massa alla prova Los Angeles (UNI EN 1097-2) eseguita sulle singole pezzature inferiore al 25%;
- coefficiente di frantumazione secondo CNR – fasc. IV 1953 (UNI EN 933-5) inferiore a 160;
- in ogni caso gli elementi dell'aggregato dovranno essere costituiti da elementi sani, duri, durevoli, a superficie ruvida, puliti ed esenti da polvere e da materiali estranei, inoltre non dovranno mai avere forma appiattita, allungata o lenticolare.

L'aggregato fine sarà costituito in ogni caso da sabbie naturali e di frantumazione, che dovranno rispondere al seguente requisito:

- equivalente in sabbia determinato in conformità alla UNI EN 933-8 superiore a 40.

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

- setaccio UNI 0.4: % passante in massa a secco: 100;
- setaccio UNI 0.18: % passante in massa a secco: 90;
- setaccio UNI 0.075: % passante in massa a secco: 75

Il possesso dei requisiti sopra elencati viene verificato dalla Direzione Lavori sulla base dei valori riportati nella documentazione di marcatura CE predisposta dal produttore degli aggregati. La documentazione, comprendente l'etichetta di marcatura CE e la Dichiarazione di Prestazione (DoP), deve essere consegnata alla Direzione Lavori almeno 15 giorni prima dell'inizio dei lavori.

Legante

I bitumi e le emulsioni bituminose dovranno soddisfare i requisiti stabiliti nelle "Norme per l'accettazione dei bitumi per usi stradali" emesse con bollettino n. 68 del 23.05.1978. "Norme per l'accettazione delle emulsioni bituminose per usi stradali" – Fascicolo n. 3 ed. 1958. "Norme per l'accettazione dei catrami per usi stradali" – fascicolo n. 1 ed. 1951, tutti del CNR e successive norme UNI EN di riferimento.

Dovrà essere impiegato come legante bitume modificato con le seguenti caratteristiche:

- punto di rammollimento (UNI EN 1427) > 70°C
- penetrazione (UNI EN 1426) 50-70 dmm
- indice di penetrazione (UNI EN 1426) -1.5 e +3.0
- punto di rottura Fraass (UNI EN 12593) < -12 °C
- duttilità (BU del CNR n. 44) > 100
- ritorno elastico a 25 °C (UNI EN 13398) > 80%
- stabilità allo stoccaggio (UNI EN 13399) < 3 °C

Il bitume modificato con polimeri deve essere qualificato in conformità al Regolamento UE n. 305/2011 sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura deve essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 14023.

Il possesso dei requisiti sopra elencati viene verificato dalla Direzione Lavori sulla base dei valori riportati nella documentazione di marcatura CE predisposta dal produttore del bitume modificato. La documentazione, comprendente l'etichetta di marcatura CE e la Dichiarazione di Prestazione (DoP), deve essere consegnata alla Direzione Lavori almeno 15 giorni prima dell'inizio dei lavori.

Miscela

Il conglomerato bituminoso prodotto a caldo deve essere qualificato in conformità al Regolamento (UE) N. 305/2011 sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura deve essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della Norma Europea Armonizzata UNI EN 13108-1.

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

Serie livelli e setacci UNI	Passante % totale in massa
Crivello 30	100
Crivello 25	70 - 95
Crivello 15	45 - 70
Crivello 10	35 - 60
Crivello 5	25 - 50
Setaccio 2	17 - 40
Setaccio 0.4	6 - 20
Setaccio 0.18	4 - 14
Setaccio 0.075	3 - 8

Gli aggregati possono contenere materiali riciclati, purché rientranti nelle prescrizioni di accettazione previste per gli inerti vergini. La loro presenza dovrà essere dichiarata.

Il tenore di bitume dovrà essere compreso tra il 3.5% e il 5% riferito alla massa totale degli aggregati. Esso dovrà comunque essere il minimo che consente il raggiungimento dei valori di stabilità Marshall e compattezza di seguito citati.

Il conglomerato dovrà avere i seguenti requisiti:

- elevata resistenza meccanica, cioè capacità di sopportare senza deformazioni permanenti le sollecitazioni trasmesse dalle ruote dei veicoli e sufficiente flessibilità per poter seguire sotto gli stessi carichi eventuale assestamento del sottofondo anche al unga scadenza;

- il valore della stabilità Marshall eseguita a 60 °C in conformità con quanto previsto dal B.U. C.N.R. n° 30 su provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia, dovrà risultare non inferiore a 7.0 kN; inoltre il valore della rigidità Marshall, cioè il rapporto tra la stabilità misurata in N e lo scorrimento misurato in mm, dovrà essere superiore a 2.5 kN/mm;
- gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall dovranno presentare una percentuale di vuoti residui compresa fra 4% e 7%.

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

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

Il possesso dei requisiti previsti per la miscela viene verificato dalla Direzione Lavori sulla base dei valori riportati nella documentazione di marcatura CE predisposta dal produttore del conglomerato bituminoso. La documentazione, comprendente l'etichetta di marcatura CE e la Dichiarazione di Prestazione (DoP), deve essere consegnata alla Direzione Lavori almeno 15 giorni prima dell'inizio dei lavori.

Su richiesta della Direzione Lavori devono inoltre essere fornite le registrazioni delle prove effettuate per il controllo di produzione di fabbrica degli ultimi 3 mesi. Le frequenze di prova per il controllo di produzione di fabbrica devono essere quelle relative al livello di controllo Z.

10.2.3. *Modalità esecutive*

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

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

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

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

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

La zona destinata all'ammannimento degli inerti sarà preventivamente e convenientemente sistemata per annullare la presenza di sostanze argillose e ristagni d'acqua che possono compromettere la pulizia degli aggregati. Inoltre i cumuli delle diverse classi dovranno essere

nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento nei predosatori eseguita con la massima cura.

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

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

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

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

L'umidità degli aggregati all'uscita dell'essiccatore non dovrà di norma superare lo 0.5%.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa, controllata immediatamente dietro la finitrice, dovrà risultare in ogni momento non inferiore a 140 °C.

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

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

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

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

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

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

Saranno tollerati scostamenti contenuti nel limite di 10 mm.

10.2.4. Prove di accettazione e controllo

Il possesso dei requisiti sopra richiamati viene verificato dalla Direzione Lavori sulla base dei valori riportati nella documentazione di marcatura CE predisposta dai produttori degli aggregati, del bitume modificato e del conglomerato bituminoso. La documentazione, comprendente l'etichetta di marcatura CE e la Dichiarazione di Prestazione (DoP), deve essere consegnata alla Direzione Lavori almeno 15 giorni prima dell'inizio dei lavori.

Una volta accettata la composizione proposta, L'Impresa dovrà ad essa attenersi rigorosamente, comprovandone l'osservanza con esami giornalieri. Non sarà ammessa una variazione del contenuto in sabbia e dell'aggregato grosso di ± 5 sulla percentuale corrispondente alla curva granulometrica prescelta e di ± 1.5 sulla percentuale di additivo. Per la quantità di bitume non sarà tollerato uno scostamento dalla percentuale stabilità di ± 0.3 .

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

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

Ogni prelievo deve essere costituito da due campioni; un campione viene utilizzato per i controlli, l'altro resta a disposizione per eventuali accertamenti e/o verifiche tecniche successive.

Sui materiali costituenti devono essere verificate le caratteristiche di accettabilità. Sulla miscela sfusa vengono determinate la percentuale di bitume, la granulometria degli aggregati, e viene effettuata la prova Marshall per la determinazione di stabilità e rigidità (UNI EN 12697-34). Inoltre sui provini compattati con il metodo Marshall sono determinati la massa volumica di riferimento DM (UNI EN 12697-9), la percentuale dei vuoti residui (UNI EN 12697-8), la resistenza alla trazione indiretta ITS (UNI EN 12697-23) e la sensibilità all'acqua (UNI EN 12697 – 12). Dopo la stesa la Direzione Lavori preleva delle carote per il controllo delle caratteristiche del conglomerato e la verifica degli spessori. Sulle carote vengono determinati: la percentuale di bitume, la granulometria degli aggregati, il contenuto di aggregati di natura non carbonatica nella frazione grossa (UNI EN 932-3), la massa volumica, la percentuale dei vuoti residui e l'adesione tra gli strati mediante il Leutner Shear Test (SN 670461).

Lo spessore dello strato viene determinato in conformità alla UNI EN 12697-36. Lo spessore di una carota è individuato dalla media di quattro misure rilevate in corrispondenza di due diametri ortogonali tra di loro, tracciati in modo casuale. Lo spessore di un tratto omogeneo di stesa, viene determinato facendo la media degli spessori delle carote estratte dalla pavimentazione, assumendo per i valori con spessore in eccesso di oltre il 5%, rispetto a quello di progetto, valori corrispondenti allo spessore di progetto moltiplicato per 1,05.

Il contenuto di legante viene determinato in conformità alla UNI EN 12697-1.

Il contenuto di aggregati di natura non carbonatica con resistenza alla frammentazione $LA \leq 20$ ed alla levigabilità $PSV \geq 44$ viene determinato in conformità alla UNI EN 932-3.

La sensibilità all'acqua viene determinata sulla miscela sfusa in conformità alla Norma UNI EN 12697 – 12.

L'ancoraggio allo strato sottostante, viene determinato sulle carote estratte dalla pavimentazione mediante la prova di taglio diretto eseguita con l'apparato Leutner (SN 670461).

Nel periodo compreso tra 6 e 12 mesi dall'ultimazione della stesa verrà inoltre misurata l'aderenza (resistenza di attrito radente PTV) con lo Skid Tester secondo la norma UNI EN 13036-4.

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

Art. 10.3. Conglomerato bituminoso per strati di collegamento (binder)

10.3.1. Generalità

Lo strato di collegamento è costituito da una miscela di pietrischetti, graniglie, sabbia e additivi (secondo le definizioni riportate nel B.U. del CNR N. 139), mescolati con bitume a caldo, previo preriscaldamento degli aggregati, steso in opera mediante macchina vibrofinitrice e costipato con rulli gommati, vibranti gommati e metallici.

10.3.2. Caratteristiche dei materiali

Aggregati

Pietrischi, pietrischetti, graniglie, sabbie, ghiaie e ghiaietti dovranno corrispondere ai requisiti stabiliti nelle norme sugli aggregati UNI EN 13043.

Gli aggregati impiegati devono essere qualificati in conformità al Regolamento UE n. 305/2011 sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura deve essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13043. Le caratteristiche tecniche degli aggregati ed i metodi di attestazione devono essere conformi al Decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 16 novembre 2009. La designazione dell'aggregato grosso deve essere effettuata mediante le dimensioni degli stacci appartenenti al gruppo di base più gruppo 2 della UNI EN 13043.

Il prelevamento di campioni di materiali inerti per il controllo dei requisiti di accettazione appresso indicati verrà effettuato secondo le norme riportate nel B.U. del CNR N. 93.

L'aggregato grosso sarà costituito da pietrischetti e graniglie che dovranno rispondere, in conformità al B.U. del CNR N. 139, ai seguenti requisiti:

- perdita in massa alla prova Los Angeles (UNI EN 1097-2) eseguita sulle singole pezzature inferiore al 22%;
- perdita in massa Micro-Deval eseguita sulla frazione 4÷6.3 mm in presenza di acqua secondo BU del CNR n. 109 inferiore al 20%
- coefficiente di frantumazione secondo CNR – fasc. IV 1953 (UNI EN 933-5) inferiore a 140;
- indice dei vuoti delle singole pezzature, secondo BU del CNR n. 65, inferiore a 0.80;
- coefficiente di imbibizione, secondo BU del CNR n. 137, inferiore a 1.5%
- in ogni caso i pietrischetti e le graniglie dovranno essere costituiti da elementi sani, duri, durevoli, approssimativamente poliedrici, con spigoli vivi, a superficie ruvida, puliti ed esenti da polvere e da materiali estranei.

L'aggregato fine sarà costituito in ogni caso da sabbie naturali e di frantumazione che dovranno rispondere al seguente requisito:

- equivalente in sabbia determinato in conformità alla UNI EN 933-8 superiore a 50 e 80.

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

- setaccio UNI 0.6: % passante in massa a secco: 100;
- setaccio UNI 0.15: % passante in massa a secco: 90;
- setaccio UNI 0.075: % passante in massa a secco: 75

Il possesso dei requisiti sopra elencati viene verificato dalla Direzione Lavori sulla base dei valori riportati nella documentazione di marcatura CE predisposta dal produttore degli aggregati. La documentazione, comprendente l'etichetta di marcatura CE e la Dichiarazione di Prestazione (DoP), deve essere consegnata alla Direzione Lavori almeno 15 giorni prima dell'inizio dei lavori.

Legante

I bitumi e le emulsioni bituminose dovranno soddisfare i requisiti stabiliti nelle "Norme per l'accettazione dei bitumi per usi stradali" emesse con bollettino n. 68 del 23.05.1978. "Norme per l'accettazione delle emulsioni bituminose per usi stradali" – Fascicolo n. 3 ed. 1958. "Norme per l'accettazione dei catrami per usi stradali" – fascicolo n. 1 ed. 1951, tutti del CNR e successive norme UNI EN di riferimento.

Dovrà essere impiegato come legante bitume modificato con le seguenti caratteristiche:

- punto di rammollimento (UNI EN 1427) > 70°C
- penetrazione (UNI EN 1426) 50-70 dmm
- indice di penetrazione (UNI EN 1426) -1.5 e +3.0
- punto di rottura Fraass (UNI EN 12593) < -12 °C
- duttilità (BU del CNR n. 44) > 100
- ritorno elastico a 25 °C (UNI EN 13398) > 80%
- stabilità allo stoccaggio (UNI EN 13399) < 3 °C

Il bitume modificato con polimeri deve essere qualificato in conformità al Regolamento UE n. 305/2011 sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura deve essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 14023.

Il possesso dei requisiti sopra elencati viene verificato dalla Direzione Lavori sulla base dei valori riportati nella documentazione di marcatura CE predisposta dal produttore del bitume modificato. La documentazione, comprendente l'etichetta di marcatura CE e la Dichiarazione di Prestazione (DoP), deve essere consegnata alla Direzione Lavori almeno 15 giorni prima dell'inizio dei lavori.

Miscela

Il conglomerato bituminoso prodotto a caldo deve essere qualificato in conformità al Regolamento (UE) N. 305/2011 sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura deve essere accompagnata dalla

marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della Norma Europea Armonizzata UNI EN 13108-1.

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

Serie livelli e setacci UNI	Passante % totale in peso
Crivello 25	100
Crivello 15	65-90
Crivello 10	50-75
Crivello 5	30-55
Setaccio 2	20-45
Setaccio 0.4	7-25
Setaccio 0.18	5-15
Setaccio 0.075	3-7

Gli aggregati possono contenere materiali riciclati, purché rientranti nelle prescrizioni di accettazione previste per gli inerti vergini. La loro presenza dovrà essere dichiarata.

Il tenore di bitume dovrà essere compreso tra il 4% e il 6% riferito alla massa totale degli aggregati. Esso dovrà comunque essere il minimo che consente il raggiungimento dei valori di stabilità Marshall e compattezza di seguito citati.

Il conglomerato dovrà avere i seguenti requisiti:

- il valore della stabilità Marshall eseguita a 60 °C in conformità con quanto previsto dal B.U. C.N.R. n° 30 su provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia, dovrà risultare non inferiore a 8.0 kN; inoltre il valore della rigidità Marshall, cioè il rapporto tra la stabilità misurata in N e lo scorrimento misurato in mm, dovrà essere superiore a 2.5 kN/mm;
- gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall dovranno presentare una percentuale di vuoti residui compresa fra 4% e 8%;
- coefficiente d'attrito trasversale CAT non inferiore a 55;
- il volume dei vuoti residui a cilindratura finita dovrà essere compreso fra il 5% e il 95. Nel calcolo di tali percentuali si dovrà fare uso della massa dei grani di tutta la miscela degli inerti.

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

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

Il possesso dei requisiti previsti per la miscela viene verificato dalla Direzione Lavori sulla base dei valori riportati nella documentazione di marcatura CE predisposta dal produttore del conglomerato bituminoso. La documentazione, comprendente l'etichetta di marcatura CE e la Dichiarazione di Prestazione (DoP), deve essere consegnata alla Direzione Lavori almeno 15 giorni prima dell'inizio dei lavori.

Su richiesta della Direzione Lavori devono inoltre essere fornite le registrazioni delle prove effettuate per il controllo di produzione di fabbrica degli ultimi 3 mesi. Le frequenze di prova per il controllo di produzione di fabbrica devono essere quelle relative al livello di controllo Z.

10.3.3. Modalità esecutive

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

10.3.4. Prove di accettazione e controllo

Valgono le stesse prescrizioni indicate per gli strati di base.

Art. 10.4. Conglomerato bituminoso per strati di usura

10.4.1. Generalità

Lo strato di usura è costituito da una miscela di pietrischetti, graniglie, sabbia e additivi (secondo le definizioni riportate nel B.U. del CNR N. 139), mescolati con bitume a caldo, previo preriscaldamento degli aggregati, steso in opera mediante macchina vibrofinitrice e costipato con rulli gommati, vibranti gommati e metallici.

10.4.2. Caratteristiche dei materiali

Aggregati

Pietrischi, pietrischetti, graniglie, sabbie, ghiaie e ghiaietti dovranno corrispondere ai requisiti stabiliti nelle norme sugli aggregati UNI EN 13043.

Gli aggregati impiegati devono essere qualificati in conformità al Regolamento UE n. 305/2011 sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura deve essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13043. Le caratteristiche tecniche degli aggregati ed i metodi di attestazione devono essere conformi al Decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 16 novembre 2009. La designazione dell'aggregato grosso deve essere effettuata mediante le dimensioni degli stacci appartenenti al gruppo di base più gruppo 2 della UNI EN 13043.

Il prelevamento di campioni di materiali inerti per il controllo dei requisiti di accettazione appresso indicati verrà effettuato secondo le norme riportate nel B.U. del CNR N. 93.

L'aggregato grosso sarà costituito da pietrischetti e graniglie che dovranno rispondere, in conformità al B.U. del CNR N. 139, ai seguenti requisiti:

- perdita in massa alla prova Los Angeles (UNI EN 1097-2) eseguita sulle singole pezzature inferiore al 18%;
- perdita in massa Micro-Deval eseguita sulla frazione 4÷6.3 mm in presenza di acqua secondo BU del CNR n. 109 inferiore al 15%
- coefficiente di frantumazione secondo CNR – fasc. IV 1953 (UNI EN 933-5) inferiore a 120;
- indice dei vuoti delle singole pezzature, secondo BU del CNR n. 65, inferiore a 0.80;
- coefficiente di imbibizione, secondo BU del CNR n. 137, inferiore a 1.5%;
- spogliamento in acqua a 40 °C, secondo BU del CNR n. 138, inferiore a 1%;
- elevata rugosità superficiale attestata da un coefficiente di levigatezza accelerata maggiore o uguale a 0.42 (BU del CNR n. 140);
- in ogni caso i pietrischetti e le graniglie dovranno essere costituiti da elementi sani, duri, durevoli, approssimativamente poliedrici, con spigoli vivi, a superficie ruvida, puliti ed esenti da polvere e da materiali estranei.

L'aggregato fine sarà costituito in ogni caso da sabbie naturali e di frantumazione che dovranno rispondere al seguente requisito:

- equivalente in sabbia determinato in conformità alla UNI EN 933-8 superiore a 50 e 80.

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

- setaccio UNI 0.6: % passante in massa a secco: 100;
- setaccio UNI 0.15: % passante in massa a secco: 90;
- setaccio UNI 0.075: % passante in massa a secco: 75

Il possesso dei requisiti sopra elencati viene verificato dalla Direzione Lavori sulla base dei valori riportati nella documentazione di marcatura CE predisposta dal produttore degli aggregati. La documentazione, comprendente l'etichetta di marcatura CE e la Dichiarazione di Prestazione (DoP), deve essere consegnata alla Direzione Lavori almeno 15 giorni prima dell'inizio dei lavori.

Legante

I bitumi e le emulsioni bituminose dovranno soddisfare i requisiti stabiliti nelle "Norme per l'accettazione dei bitumi per usi stradali" emesse con bollettino n. 68 del 23.05.1978. "Norme per l'accettazione delle emulsioni bituminose per usi stradali" – Fascicolo n. 3 ed. 1958. "Norme per l'accettazione dei catrami per usi stradali" – fascicolo n. 1 ed. 1951, tutti del CNR e successive norme UNI EN di riferimento.

Dovrà essere impiegato come legante bitume modificato con le seguenti caratteristiche:

- punto di rammollimento (UNI EN 1427) > 70°C
- penetrazione (UNI EN 1426) 50-70 dmm
- indice di penetrazione (UNI EN 1426) -1.5 e +3.0
- punto di rottura Fraass (UNI EN 12593) < -12 °C
- duttilità (BU del CNR n. 44) > 100
- ritorno elastico a 25 °C (UNI EN 13398) > 80%
- stabilità allo stoccaggio (UNI EN 13399) < 3 °C

Il bitume modificato con polimeri deve essere qualificato in conformità al Regolamento UE n. 305/2011 sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura deve essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 14023.

Il possesso dei requisiti sopra elencati viene verificato dalla Direzione Lavori sulla base dei valori riportati nella documentazione di marcatura CE predisposta dal produttore del bitume modificato. La documentazione, comprendente l'etichetta di marcatura CE e la Dichiarazione di Prestazione (DoP), deve essere consegnata alla Direzione Lavori almeno 15 giorni prima dell'inizio dei lavori.

Miscela

Il conglomerato bituminoso prodotto a caldo deve essere qualificato in conformità al Regolamento (UE) N. 305/2011 sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura deve essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della Norma Europea Armonizzata UNI EN 13108-1.

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

Serie livelli e setacci UNI	Passante % totale in massa per strati di spessore finito 4 cm	Passante % totale in massa per strati di spessore finito 5 cm
Crivello 25		90-100
Crivello 15	100	70-85
Crivello 10	70-90	50-70
Crivello 5	40-60	38-55
Setaccio 2	25-38	25-38
Setaccio 0.4	10-20	10-20
Setaccio 0.18	8-15	8-15
Setaccio 0.075	6-10	6-10

Gli aggregati dovranno essere esclusivamente costituiti da inerti vergini.

Il tenore di bitume dovrà essere compreso tra il 5% e il 7% riferito alla massa totale degli aggregati. Il coefficiente di riempimento con bitume dei vuoti intergranulari della miscela addensata non dovrà superare l'80%; il contenuto di bitume dovrà comunque essere il minimo che consente il raggiungimento dei valori di stabilità Marshall e compattezza di seguito citati.

Il conglomerato dovrà avere i seguenti requisiti:

- elevatissima resistenza meccanica, cioè capacità di sopportare senza deformazioni permanenti le sollecitazioni trasmesse dalle ruote dei veicoli;
- il valore della stabilità Marshall eseguita a 60 °C in conformità con quanto previsto dal B.U. C.N.R. n° 30 su provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia, dovrà risultare non inferiore a 10 kN; inoltre il valore della rigidità Marshall, cioè il rapporto tra la stabilità misurata in N e lo scorrimento misurato in mm, dovrà essere compreso fra 3.5 kN/mm e 5.5 kN/mm;
- gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall dovranno presentare una percentuale di vuoti residui compresa fra 3% e 6%;
- il volume dei vuoti residui a cilindratura finita dovrà essere compreso fra il 4% e il 6%. Nel calcolo di tali percentuali si dovrà fare uso della massa dei grani di tutta la miscela degli inerti;
- impermeabilità quasi totale: i coefficienti di permeabilità k , misurati su uno dei provini Marshall di controllo, con il permeametro a carico costante di 50 cm d'acqua, non dovrà risultare superiore a 10^{-6} cm/s.

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

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

Il possesso dei requisiti previsti per la miscela viene verificato dalla Direzione Lavori sulla base dei valori riportati nella documentazione di marcatura CE predisposta dal produttore del conglomerato bituminoso. La documentazione, comprendente l'etichetta di marcatura CE e la Dichiarazione di Prestazione (DoP), deve essere consegnata alla Direzione Lavori almeno 15 giorni prima dell'inizio dei lavori.

Su richiesta della Direzione Lavori devono inoltre essere fornite le registrazioni delle prove effettuate per il controllo di produzione di fabbrica degli ultimi 3 mesi. Le frequenze di prova per il controllo di produzione di fabbrica devono essere quelle relative al livello di controllo Z.

10.4.3. *Modalità esecutive*

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

10.4.4. Prove di accettazione e controllo

Valgono le stesse prescrizioni indicate per gli strati di base.

ART 11. OPERE IN CARPENTERIA METALLICA

Art. 11.1. Generalità

Sono incluse in questa categoria tutte quelle opere metalliche di qualsiasi natura che non fanno esplicitamente parte degli apparecchi o attrezzature.

Le opere di carpenteria metallica vengono distinte in due categorie: grossa carpenteria e piccola carpenteria.

La prima categoria include impalcati, strutture portanti, capriate.

La seconda categoria comprende le opere di minore mole e di maggiore lavorazione come scale in ferro esterne ed interne, inferriate, impalcati e sopralzi con sovraccarichi inferiori a 500 kg/mq e con altezze dal piano di appoggio non superiore ai 3 metri; anche tutte le opere di sostegno di scale e pianerottoli nonché spezzoni di profilati e di tubo di ferro annegati nei getti di calcestruzzo sono inclusi in questa categoria.

Le varie parti dovranno essere progettate ed eseguite in base alle norme tecniche vigenti (D.M. 14.01.2008).

Tutta la carpenteria metallica sarà fornita già dipinta con una mano di vernice antiruggine data in officina o zincata a caldo, ad eccezione di quella in acciaio inox. Il ciclo di verniciatura previsto sarà indicato nei disegni di progetto.

Normativa riferimento

Nell'esecuzione delle opere in acciaio l'Appaltatore è tenuto al pieno rispetto delle norme contenute nelle leggi, regolamenti e circolari ministeriali in vigore o che venissero emanati durante l'esecuzione dei lavori, nonché a farsi carico di tutti gli oneri inerenti il rispetto delle leggi, regolamenti, decreti, circolari, norme e disposizioni in vigore al momento della gara. In ogni caso si farà riferimento alle seguenti norme:

- LEGGE n° 1086 del 5 novembre 1971 "Norme per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso per le strutture metalliche".
- LEGGE n° 64 del 2 febbraio 1974 "Provvedimenti per le costruzioni, con particolari prescrizioni per le zone sismiche".
- D.M. 14 gennaio 2008 - Norme tecniche per le costruzioni
- D.P.R. 6 giugno 2001 n° 380 - Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia – Parte II Normativa Tecnica per l'Edilizia.
- LEGGE 17 luglio 2004 n° 186 - Conversione del D. L. 28 maggio 2004 n° 136.

Materiali

UNI EN 10025 Prodotti laminati a caldo in acciaio non legati, per impieghi strutturali – condizioni tecniche di fornitura.

- UNI EN 10210 - Profilati cavi finiti a caldo di acciai non legati e a grano fine per impieghi strutturali
- UNI EN 1090 - Esecuzione di strutture di acciaio e di alluminio - Requisiti per la valutazione di conformità dei componenti strutturali (Marcatura Ce)
- UNI EN 15048 - Bulloneria strutturale non a serraggio controllato - Parte 1: Requisiti generali
- UNI EN 14399 - Bulloneria strutturale ad alta resistenza a serraggio controllato - Parte 1: Requisiti generali
- UNI EN 10204 - Prodotti metallici – Tipi di documenti di controllo

Saldature

- UNI EN ISO 3834 - Requisiti di qualità del Costruttore per la saldatura per fusione dei materiali metallici
- UNI EN ISO 15614 - Specificazione e qualificazione delle procedure di saldatura per materiali metallici - Prove di qualificazione della procedura di saldatura
- UNI EN ISO 4603-2001 - Procedimenti di saldatura all'arco elettrico
- UNI EN 1011.2005 - Saldature: raccomandazioni per l'esecuzione delle saldature: Parti 1 e2 per acciai ferritici; parte 3 per acciaio inox.
- UNI EN 9692-1: 2013 - Preparazione dei lembi.
- UNI EN 17635 - Modalità di esecuzione dei controlli non distruttivi delle saldature –livelli di accettabilità.
- UNI EN ISO 9606-1 - Prove di qualificazione dei saldatori - Saldatura per fusione (Patentini)
- UNI EN ISO 5817 - Saldatura - Giunti saldati per fusione di acciaio, nichel, titanio e loro leghe (esclusa la saldatura a fascio di energia) - Livelli di qualità delle imperfezioni (Accettabilità controlli non distruttivi),

Zincatura

- UNI EN ISO 1461 - Rivestimenti di zincatura per immersione a caldo su prodotti finiti ferrosi e articoli di acciaio - Specificazioni e metodi di prova
- UNI EN ISO 14713 - Rivestimenti di zinco - Linee guida e raccomandazioni per la protezione contro la corrosione di strutture di acciaio e di materiali ferrosi - Parte 1: Principi generali di progettazione e di resistenza alla corrosione
- UNI EN ISO 9223 - Corrosione dei metalli e loro leghe - Corrosività di atmosfere - Determinazione della velocità di corrosione di provini normalizzati per la valutazione della corrosività

Controlli

- UNI EN ISO 9712:2012 - Prove non distruttive - Qualificazione e certificazione del personale addetto alle prove non distruttive (sostituisce – UNI EN ISO 473)

Art. 11.2. Caratteristiche dei materiali

Certificazioni

Ogni prodotto fabbricato al fine di essere incorporato in modo permanente nelle opere di ingegneria civile si definisce materiale da costruzione e viene denominato prodotto.

I prodotti metallici possono essere immessi sul mercato solo se dotati di caratteristiche tali da rendere le opere su cui sono installati conformi ai loro requisiti essenziali di resistenza, stabilità e di sicurezza.

Tutti gli acciai per impiego strutturale devono essere identificati a cura del produttore, qualificati sotto la responsabilità del produttore secondo le procedure, accettati dalla Direzione Lavori mediante la verifica della documentazione di qualificazione e le prove di accettazione.

Identificazione e qualificazione

Per quanto concerne l'identificazione e qualificazione, possono aversi prodotti in possesso della Marcatura CE prevista dal Regolamento UE 305/2011 e dal DPR 21/04/1993, n. 246 (così come modificato dal DPR 10/12/1997 n. 499) oppure prodotti per i quali è prevista la qualificazione con le modalità e le procedure indicate nel D.M. 14/01/2008.

Per i prodotti recanti la Marcatura CE il Direttore Lavori in fase di accettazione, richiederà il Certificato o Dichiarazione di Conformità.

Per i prodotti non recanti la Marcatura CE il Direttore Lavori dovrà accertarsi del possesso e validità (quinquennale) dell'Attestato di Qualificazione del produttore presso il STC (Servizio Tecnico Centrale, Ministero LL.PP.) (CASO B) o del possesso del Certificato di Idoneità Tecnica all'impiego (CASO C) rilasciato dal STC.

Il prodotto fornito dall'Appaltatore deve presentare una marcatrice, depositata presso il ministero dei LL.PP. Servizio Tecnico Centrale, dalla quale risulti in modo inequivocabile il riferimento:

- 1) all'azienda produttrice
- 2) allo stabilimento di produzione
- 3) al tipo di acciaio
- 4) alla sua saldabilità

La mancata marcatura o la sua illeggibilità anche parziale, comporterà il rifiuto della fornitura.

Tutto il materiale fornito dall'Appaltatore deve essere prodotto con un sistema permanente di controllo interno della produzione in stabilimento FPC (Controllo di produzione in fabbrica) che deve assicurare il mantenimento dello stesso livello di affidabilità nella conformità del prodotto finito rispetto al prototipo, indipendentemente dal processo di produzione, così come previsto al punto 11.3.1 del D.M. 14/01/2008. Il sistema di gestione della qualità del prodotto che sovrintende al processo di fabbricazione deve essere depositato in coerenza con la NORMA EN ISO 9001:2000 e certificato da parte di un organismo terzo indipendente, di adeguata competenza ed organizzazione, che opera in coerenza con le UNI CEI EN ISO/IEC 17021:2006. Tutte le procedure e disposizioni adottate dal fabbricante devono essere documentate ed essere a disposizione della Direzione Lavori. Tutte le forniture di acciai laminati a caldo sotto forma di profilati, barre, piatti, e lamiere devono essere accompagnate:

- 1) dall'Attestato di qualificazione rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale della Presidenza del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici secondo le procedure di cui al punto 11.3.1.2 del D.M. 14/01/2008. Il riferimento a tale attestato deve essere riportato sul Documento di Trasporto, con la data di spedizione, il riferimento alla qualità, al tipo dell'acciaio, al destinatario.

Le forniture effettuate da un commerciante o da un trasformatore intermedio devono essere accompagnate da copia dei documenti rilasciati dal produttore e completati con il riferimento al Documento di Trasporto del commerciante o del trasformatore intermedio.

Oltre all'attestato di cui al punto precedente, per ogni fornitura dovrà essere presentata copia:

- 2) dei certificati delle prove fatte eseguire dal Direttore dello Stabilimento con indicazione dei giorni in cui la fornitura è stata lavorata. I risultati delle prove di controllo andranno registrate su apposito registro a disposizione della DL. In particolare il Direttore di Stabilimento dovrà riportare su apposito registro nominativo saldatore, data e nodi lavorati secondo apposite numerazioni che identifichi in modo univoco e sequenziale i moduli costituenti la struttura e relativi nodi.
- 3) copia della Dichiarazione, presentata dall'Officina di Trasformazione al Servizio Tecnico Centrale contenente indicazioni su: l'organizzazione, i procedimenti di lavorazione, le massime dimensioni degli elementi, copia del Certificato FPC (sistema di gestione della qualità), il logo del Centro di Trasformazione, l'impegno ad usare materiali qualificati all'origine, l'incarico al Direttore Tecnico e la sua conferma annuale al STC.

Il tutto secondo quanto previsto al punto 11.3.1.7 del D.M. 14/01/2008.

Al momento dell'ingresso dei materiali in officina essi dovranno essere accompagnati dai certificati delle analisi chimiche e delle prove meccaniche rilasciati dalle aziende produttrici.

Suddetta documentazione sarà consegnata alla Direzione Lavori

L'Appaltatore dovrà fornire a D.L. i certificati relativi alle prove di qualificazione ed alle prove periodiche di verifica della qualità eseguite dai Laboratori Ufficiale o Laboratori Autorizzati, incaricati dei controlli. Il Costruttore deve essere certificato ai sensi UNI ISO EN 3834:2006 Parte 2 e Parte 4.

I saldatori dovranno essere qualificati secondo le norme UNI EN 9606-1:2013 da parte di Ente Terzo

Tutti i procedimenti di saldatura devono essere qualificati secondo UNI EN ISO 15614-1:2013

Livello di conoscenza del personale di coordinamento della saldature di tipo C (esperto) secondo la tabella 11.3.XI del DM 14/01/2008

Dai certificati dovrà risultare chiaramente:

- il nome dell'azienda produttrice, lo stabilimento e il luogo di produzione;
- l'indicazione del tipo di prodotto;
- il marchio di identificazione del prodotto depositato presso il Servizio Tecnico Centrale;
- gli estremi dell'attestato di qualificazione nonché l'ultimo attestato di conferma (per le verifiche periodiche della qualità);
- la data del prelievo, il luogo di effettuazione delle prove e la data di emissione del certificato (non anteriore a tre mesi dalla data di spedizione in cantiere);
- le dimensioni nominali ed effettive del prodotto;
- i risultati delle prove eseguite in stabilimento o presso un laboratorio ufficiale;
- l'analisi chimica, che per prodotti saldabili, dovrà soddisfare i limiti di composizione raccomandati dalle Norme UNI EN 10025, UNI EN 10210-1 e UNI EN 10219-1;

- le elaborazioni statistiche e quanto previsto dal D.M. 14/01/2008 ai paragrafi: 11.3.4.1 Acciai per strutture metalliche e per strutture composte; 11.3.4.4 Acciaio per strutture saldate; 11.3.4.5 Processi di saldatura (saldatori qualificati da Ente terzo secondo UNI EN 9606-1-2013 ;incluse deroghe per giunti a T, a cordoni d'angolo; UNI EN ISO 9692 -1:2013 Saldatura e procedimenti connessi - Raccomandazioni per la preparazione dei giunti - Parte 1: Saldatura manuale ad arco con elettrodi rivestiti, saldatura ad arco con elettrodo fusibile sotto protezione di gas, saldatura a gas, saldatura TIG e saldatura mediante fascio degli acciai; UNI EN 1011:2009 parti 1 e 2 Raccomandazioni per la saldatura di materiali metallici; UNI EN 5817:2014 Giunti saldati per fusione di acciaio, nichel, titanio e loro leghe (esclusa la saldatura a fascio di energia) - Livelli di qualità delle imperfezioni); 11.3.4.10 Centri di Trasformazione; 11.3.4.11 Procedure di controllo su acciai da carpenteria - Controlli in stabilimento - Prove di qualificazione-Controllo continuo della qualità di produzione; 11.3.4.11.2.3 Officine per la produzione di carpenterie metalliche

Campioni, prove e controlli

La D.L. potrà chiedere di eseguire dei prelievi di campioni di materiali da sottoporre a prove secondo le prescrizioni previste dalla Normativa vigente.

Le norme, par. 11.3.1. del DM 14/01/2008 prevedono tre forme di controllo obbligatorie:

- in stabilimento, sui lotti di produzione
- nei centri di trasformazione, sulle forniture
- di accettazione in cantiere, sui lotti di spedizione

I controlli presso le officine di produzione sono obbligatori e devono essere effettuati a cura del Direttore Tecnico dell'officina.

Per ogni fornitura dovranno essere prelevati campioni per l'esecuzione di almeno tre prove, di cui una almeno sullo spessore minimo ed uno sullo spessore massimo. A tal fine l'Appaltatore avviserà tempestivamente D.L. dell'arrivo dei materiali.

I campioni prelevati e preparati secondo le norme UNI EN ISO 377 verranno sottoposti a prove secondo modalità che dovranno rispondere alle Norme UNI 12735 – EN 6892:2009-1:2004 – UNI ISO 148-1:2011:

- prova di trazione con determinazione del carico di rottura di snervamento e dell'allungamento su provetta corta;
- prova di piegamento;
- prova di resistenza;
- analisi chimica con determinazione dei principali componenti: C, Mn, Si, S, P.

I dati ottenuti dovranno soddisfare le prescrizioni di cui alle tabelle delle corrispondenti Norme EN10025-1÷6, UNI EN 10210-1 e UNI EN 10219-1.

Le prove elencate saranno effettuate presso un Laboratorio Ufficiale o Laboratorio Autorizzato, nel rispetto delle normative vigenti.

I materiali devono essere nuovi esenti da difetti palesi od occulti.

Accettazione

I controlli di accettazione in cantiere ai sensi del DM 14/01/2008 par. 11.3.4.11.3, demandati alla DL sono obbligatori e vanno eseguiti secondo le indicazioni di cui al par. 11.3.3.5.3 effettuando un prelievo di almeno 3 saggi per ogni lotto di spedizione di massimo 30 ton.

Qualora la fornitura provenga da un Centro di Trasformazione, il D.L. dopo essersi accertato preliminarmente che il suddetto Centro di Trasformazione abbia tutti i requisiti di cui al par.11.3.1.7 del DM 14/01/2008, può recarsi presso il Centro di Trasformazione ad effettuare tutti i controlli di cui sopra, facendo effettuare dal Direttore di Stabilimento tutti i prelievi sotto sua indicazione.

Per controllare e accettare la fornitura della struttura metallica oggetto di codesto Appalto, sono previste controlli non distruttivi.

Tutte le analisi devono essere effettuate da laboratori accreditati UNI EN IAC 17025 ACCREDIA, e da operatori qualificati ISO 9712 livello 2 (i certificati sono a validità biennale).

Collaudi

A fine lavori si procederà al collaudo delle opere eseguite, con le modalità previste dai documenti contrattuali e, dove non definite, secondo le indicazioni del Collaudatore.

Ai fini dell'accettazione finale delle opere, queste saranno sottoposte al Collaudo Ufficiale, eseguito ai sensi dell'Art. 7, Legge 5.11.1971 n.1086, da parte di un Collaudatore che sarà nominato dalla Committente. Le opere eseguite si intenderanno accettate solo se rispondenti a quanto prescritto nei documenti di progetto (disegni, specifiche, ecc.) e dalla normativa vigente.

Dovrà essere verificata la rispondenza delle opere, a quanto richiesto nei disegni esecutivi, sia per quanto riguarda le sagome sia per l'esattezza delle misure richieste, nel rispetto delle tolleranze.

Tutte le strutture dovranno essere eseguite in modo da risultare perfettamente omogenee, ben collegate ed allineate nei piani orizzontali e verticali.

Sarà facoltà di D.L. esigere prove e verifiche in qualunque momento durante il corso dei lavori, sia sui materiali, sia sulle opere eseguite o in corso di esecuzione in officina.

Tutte le prove e controlli non distruttivi dovranno essere riportati su apposito registro con numerazione divisa per moduli (moduli formanti le pareti laterali, il camminamento, la copertura delle strutture metalliche) divisi per ogni singola tratta.

Il registro dovrà riportare il numero di nodo testato, la data, l'operatore e il laboratorio Ufficiale che ha eseguito il controllo.

Nel caso che le opere non rispettino le caratteristiche richieste, sarà cura dell'Appaltatore apportare le riparazioni e le correzioni necessarie all'eliminazione dei difetti riscontrati.

L'Appaltatore dovrà consentire a D.L. e Collaudatore il libero accesso in qualsiasi luogo delle officine che abbiano attinenza con la fornitura e dovrà fornire loro tutta l'assistenza richiesta.

Se richiesto da D.L., oltre che mediante prove di rottura dei campioni, la valutazione delle caratteristiche dei materiali potrà essere eseguita anche con metodi non distruttivi (ultrasuoni, radiografie), sia in corso d'opera sia in fase di collaudo finale.

Nelle prove di carico, se richiesto dalla D.L. e/o dal Collaudatore, dovranno essere impiegate apparecchiature per il rilievo, oltre che degli spostamenti, anche delle deformazioni (estensimetri elettrici o meccanici ed elettromeccanici).

Le prove saranno integrate con un programma specifico di controllo delle saldature da attuare con metodi correnti quali ultrasuoni, radiografie, liquidi penetranti.

Prima di dare inizio alla produzione di porzioni di struttura contenenti giunzioni saldate, l'Appaltatore dovrà presentare una Specifica (WPAR, WPS) che descriva compiutamente i procedimenti di saldatura adottati e che dovrà essere approvata dalla D.L. e dall'Istituto Italiano della Saldatura.

Porzioni di struttura realizzate prima della presentazione e dell'approvazione della suddetta specifica verranno automaticamente ritenute non idonee e pertanto scartate. Eventuali oneri relativi a prove o altre indagini necessarie per accertare l'idoneità di tali manufatti sono comunque da intendersi a totale carico dell'Appaltatore.

Art. 11.3. Modalità esecutive

11.3.1. Strutture

PRESCRIZIONI DI VALIDITA' GENERALE

L'Appaltatore fornirà tutte le prestazioni elencate nelle Condizioni Generali di Appalto per dare le opere compiute come precisato nella presente specifica e negli allegati, in particolare quanto segue:

- Relazione finale del Direttore dei montaggi.
- Il progetto strutturale esecutivo di officina (shop drawings) completo di ogni dettaglio, redatto sotto la direzione di un tecnico abilitato e firmato dallo stesso.
- I disegni di officina dovranno essere sottoposti all'approvazione da parte della D.L. e dei progettisti; la produzione in officina potrà iniziare solo dopo l'ottenimento di detta approvazione.
- Il progetto esecutivo delle metodologie di montaggio con la verifica delle strutture in relazione alle diverse situazioni di carico e di vincolo durante le differenti fasi di montaggio, redatto sotto la direzione di un tecnico abilitato e firmato dallo stesso.
- Le operazioni di tracciamento partendo dai capisaldi che verranno indicati da D.L.
- Le piastre di base complete di tirafondi o altro sistema di connessione alle strutture in calcestruzzo armato.
- Tutta la bulloneria necessaria per il montaggio e l'assemblaggio delle strutture.

- La predisposizione di asole, fori e vani nelle strutture per dare luogo e passaggio di tubazioni e condotte degli impianti tecnologici, nonché la predisposizione dei collegamenti alle strutture degli eventuali elementi costruttivi, anche se non elaborati, determinabili nel progetto.
- Calcoli giustificativi di eventuali giunzioni o nodi resisi necessari per l'adeguamento ad eventuali particolari tecnologie di esecuzione proprie dell'officina.
- Gli elettrodi.
- Il montaggio delle strutture sopra richiamate.
- Quanto serve per dare l'opera completa e funzionante.

L'Appaltatore curerà inoltre

- L'esecuzione delle prove di carico richieste.
- Il trasporto dai luoghi di installazione e l'accatastamento nell'ambito del cantiere, in zona recintata, preventivamente indicata da D.L., dei materiali di risulta e di rifiuto. Il trasporto degli stessi al luogo di smaltimento.
- La pulizia delle aree utilizzate per l'accatastamento dei materiali e dei rifiuti.

È infine fatto obbligo all'Appaltatore indicare alla D.L., prima dell'inizio delle lavorazioni, il nome del direttore dei lavori in officina, del Coordinatore delle attività di saldatura e del D.L.

per il montaggio. Fermi restando gli impegni a fronte di quanto sopra, da espletare nei termini richiesti dal programma generale delle consegne, all'Appaltatore viene richiesto di sottoporre a D.L. per approvazione i disegni e i calcoli dallo stesso eseguiti nell'ambito delle prestazioni oggetto dell'appalto.

Il montaggio in opera di tutte le strutture costituenti ciascun manufatto sarà effettuato in conformità a quanto, a tale riguardo, è previsto nella relazione di calcolo.

Durante il carico, il trasporto, lo scarico, il deposito e il montaggio, si dovrà porre la massima cura per evitare che le strutture vengano deformate o sovrasollecitate. Le parti a contatto con funi, catene od altri organi di sollevamento saranno opportunamente protette.

Il montaggio sarà eseguito in modo che la struttura raggiunga la configurazione geometrica di progetto. In particolare, per quanto riguarda le strutture a travata, si dovrà controllare che la controfreccia ed il posizionamento sugli apparecchi di appoggio siano conformi alle indicazioni di progetto, rispettando le tolleranze previste.

La stabilità delle strutture dovrà essere assicurata durante tutte le fasi costruttive e la rimozione dei collegamenti provvisori e di altri dispositivi ausiliari dovrà essere fatta solo quando essi risulteranno staticamente superflui.

L'assemblaggio ed il montaggio in opera delle strutture dovrà essere effettuato senza che venga interrotto il traffico di cantiere sulla sede stradale salvo brevi interruzioni durante le operazioni di sollevamento, da concordare con la Direzione dei Lavori.

Nella progettazione e nell'impiego delle attrezzature di montaggio, l'Impresa è tenuta a rispettare le norme, le prescrizioni ed i vincoli che eventualmente venissero imposti da Enti, Uffici e persone responsabili riguardo la zona interessata ed in particolare:

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

Sistema Qualità

- Il Costruttore ai sensi UNI EN ISO 3834, deve eseguire:
- una adeguata pianificazione della produzione
- sequenza di fabbricazione
- specifiche di saldatura
- sequenza di esecuzione delle saldature
- ordine e tempi in cui i singoli processi devono essere effettuati
- specificazione delle ispezioni e controlli incluso eventuale intervento di organismo ispettivo indipendente
- condizioni ambientali
- identificazione per lotti ,gruppi, parti a seconda dei casi.
- Impiego di personale qualificato
- Eventuali prove di produzione
- Prove e ispezioni applicabili negli stadi appropriati del processo di fabbricazione secondo una frequenza e una ubicazione che dipende dal contratto, dalla norma, dal procedimento di saldatura

Identificazione e Rintracciabilità

La identificazione e la rintracciabilità, ai sensi UNI EN ISO 3834, devono essere mantenute attraverso tutto il processo di fabbricazione. I sistemi di identificazione devono comprendere:

- identificazione dei piani di produzione
- identificazione schede lavoro
- identificazione posizione saldature
- identificazione procedure controllo ND e del personale addetto
- identificazione del materiale di apporto di saldatura
- identificazione e rintracciabilità materiale di base

- identificazione posizione delle riparazioni
- identificazione attacchi provvisori
- rintracciabilità apparecchiature di saldatura
- rintracciabilità saldatori
- rintracciabilità di specifiche di procedure di saldatura

Materiali

Le caratteristiche dei materiali metallici impiegati per le costruzioni di acciaio dovranno corrispondere a quanto prescritto dal D.M. 14/01/2008, al paragrafo 11.3.4, che fissa le caratteristiche qualitative e le prove di accettazione dei materiali e delle lavorazioni. Il tipo di materiale da utilizzare è indicato negli elaborati progettuali. Il materiale impiegato per la realizzazione delle opere dovrà essere nuovo ed esente da difetti palesi od occulti.

Esecuzione delle opere

L'Appaltatore dovrà fornire tutte le travi realizzate con profilati laminati a caldo in un solo pezzo senza giunti (ove non previsti), sulla massima lunghezza commerciale del pezzo.

Tutte le unioni (unioni bullonate, ad attrito; saldate) dovranno essere eseguite secondo le prescrizioni fornite dalle Normative Vigenti.

Lavorazioni in officina

Le lavorazioni di officina dovranno essere condotte nel rigoroso rispetto di quanto prescritto al par. 11 del D.M. 14/01/2008 (NTC 2008) con particolare riferimento a quanto indicato al punto 11.3.4.

Le lavorazioni dovranno essere condotte da personale qualificato e con l'uso di macchine ed attrezzature idonee, sotto il costante controllo del Direttore dei Lavori in officina e dei tecnici dell'Istituto Italiano della Saldatura.

L'Appaltatore è tenuto ad adottare tecniche e procedimenti di lavorazione appropriati, è pienamente responsabile della buona esecuzione del lavoro e non potrà invocare attenuante alcuna in caso di risultati contestati o contestabili, dovuti ad imperizia o mancato rispetto di prescrizioni stabilite dalle norme ufficiali e dagli elaborati progettuali.

In particolare dovranno essere rispettate le prescrizioni circa le operazioni elementari di produzione ossia:

- raddrizzamento;
- lavorazioni di macchina (raddrizzamento, tagli e finitura, foratura, etc.);
- saldatura;
- tecniche esecutive di saldatura;
- ispezioni e collaudi;

- marcatura e spedizione dei pezzi.

Tagli e finiture

Le superfici dei tagli potranno restare grezze purché non presentino strappi, riprese, mancanze di materiale o sbavature.

E' ammesso il taglio a ossigeno, purché eseguito con cura ed eventualmente regolarizzato.

I tagli irregolari devono essere regolarizzati con idonea attrezzatura.

Forature

I fori per chiodi e bulloni devono essere preferibilmente eseguiti con trapano od anche con punzone, purché successivamente alesati.

È vietato l'uso della fiamma per l'esecuzione di fori per chiodi e per bulloni.

I pezzi destinati ad essere chiodati o bullonati in opera, devono essere marcati in officina in modo da poter riprodurre nel montaggio definitivo le posizioni definite all'atto dell'alesatura dei fori.

Saldature

Le saldature dovranno essere eseguite in conformità alle vigenti disposizioni di legge.

L'esecuzione sarà conforme alle specifiche appositamente redatte dall'Appaltatore ed approvate formalmente dall'Istituto Italiano della Saldatura, cui sarà demandato il controllo di qualità.

In particolare le saldature a piena penetrazione delle giunzioni testa testa o a croce, dovranno essere effettuate con procedimenti di saldatura qualificati dall'Istituto Italiano della Saldatura e la loro esecuzione sottoposta al controllo e alla accettazione da parte dell'Istituto stesso con i mezzi di indagine ritenuti più idonei.

In ogni caso dovrà essere richiesta sia per il posizionamento dei giunti che per i procedimenti di saldatura, l'approvazione di D.L..

Le caratteristiche dimensionali e costruttive delle saldature dovranno corrispondere ai disegni di officina approvati dalla D.L..

Si sottolinea inoltre che:

- il Costruttore delle strutture metalliche saldate dovrà avere una organizzazione tale da soddisfare i requisiti stabiliti dalla Normativa Vigente.
- in relazione alla tipologia dei manufatti realizzati mediante giunzioni saldate, il costruttore deve essere certificato secondo la Norma UNI EN ISO 3834:2006 parti 2 e 4; il livello di conoscenza tecnica del personale di coordinamento delle operazioni di saldatura dovrà corrispondere ai requisiti contenuti nella Tabella 11.3.XI riportata nel par. 11 del D.M. 14/01/2008 (NTC 2008).
- La certificazione dell'azienda e del personale dovrà essere operata da ente terzo.

In particolare:

- l'officina dovrà essere diretta da un Direttore Tecnico che assume la le responsabilità affidate, per Norma, al Direttore dei Lavori;
- le saldature dovranno essere eseguite secondo linee guida stabilite nella Norma EN 1011:2005 parti 1 e 2 per gli acciai ferritici e parte 3 per acciai inox;
- i saldatori nei procedimenti semiautomatici e manuali dovranno essere certificati, da un Ente terzo, secondo UNI EN 9606-1:2013 per i procedimenti e le posizioni di lavoro previste; i saldatori che eseguiranno prevalentemente cordoni d'angolo dovranno superare le prove previste dalla normativa suddetta per i giunti a T;
- gli operatori dei procedimenti automatici dovranno essere certificati da un Ente terzo, secondo UNI EN 14732:2013;
- i procedimenti di saldatura dovranno essere qualificati secondo la norma UNI EN ISO 15614-1:2005;
- il materiale base dovrà essere fornito nella qualità e grado indicati sui disegni di progetto ed accompagnato dall'Attestato di Qualificazione del Servizio Tecnico Centrale;
- il Costruttore dovrà preparare le specifiche di saldatura di produzione (WPS), da sottoporre all'approvazione dell'Istituto Italiano della Saldatura;
- le lamiere dovranno essere controllate con ultrasuoni nelle zone che si trovano in corrispondenza di giunti in croce o a T a piena penetrazione (100 mm a cavallo dell'asse del giunto);
- tutte le saldature dovranno essere esaminate con i metodi non distruttivi e le percentuali di seguito descritti:
 - esame visivo (secondo UNI EN 17637:2011): 100%;
 - esame magnetoscopico (secondo UNI EN ISO 11666:2011 - 17640:2011): 20% giunti principali
 - esame ultrasonoro (secondo UNI EN 1712:2005-1714:2005): 100% dei giunti a piena penetrazione;
- per le modalità di esecuzione dei controlli ed i livelli di accettabilità si farà riferimento alla prescrizioni della Norma UNI EN 17635:2010;
- giunti testa a testa non previsti a disegno dovranno essere preventivamente sottoposti alla approvazione del Progettista, realizzati a piena penetrazione, controllati al 100% visivamente, con magnetoscopia e ultrasuoni (radiografia per spessori inferiori a 10 mm), riportati sui disegni costruttivi;
- nel caso di presenza di difetti al di fuori dei criteri di accettabilità stabiliti, le saldature dovranno essere riparate secondo le procedure previste da una specifica di riparazione preparata dal Costruttore ed approvata dall'Istituto Italiano della Saldatura.
- Le riparazioni saranno controllate al 100% con i metodi non distruttivi più adeguati; inoltre i controlli non distruttivi saranno estesi per 50 cm da ogni parte del tratto che contiene il difetto oppure a due giunti analoghi nel caso di saldature di lunghezza inferiore a 50 cm (le estensioni

non verranno computate nella percentuale inizialmente prevista). Nel caso di ulteriori difetti, l'estensione dei controlli passerà al 100% del giunto (o dei giunti analoghi nel caso di giunti corti). In presenza di cricche o incollature, l'estensione dei controlli passerà subito al 100%.

- La supervisione alla costruzione delle strutture saldate ed i controlli non distruttivi dovranno essere eseguiti da personale dell'Istituto Italiano della Saldatura certificato come European Welding Inspector secondo le linee guida dell'EFW (European Welding Federation).

Assemblaggio tramite saldatura in officina

Tutti gli assemblaggi tramite saldatura eseguita esclusivamente in officina, saranno obbligatoriamente effettuati secondo i seguenti procedimenti:

- saldatura manuale ad arco con elettrodi rivestiti;
- saldatura automatica ad arco con elettrodi rivestiti;
- saldatura automatica ad arco sommerso;
- saldatura automatica o semiautomatica sotto gas di protezione CO₂ o sue miscele;
- altro procedimento di saldatura la cui attitudine a garantire una saldatura pienamente efficiente deve essere preventivamente verificata mediante prove indicate dalla D.L.

Il materiale depositato dovrà rispondere alle caratteristiche meccaniche stabilite dalla UNI EN ISO 2560:2010 per quanto attiene il procedimento manuale. Gli elettrodi impiegati dovranno essere sempre del tipo omologato secondo la norma UNI citata.

Raddrizzamento

Il raddrizzamento, lo spianamento, quando necessari, devono essere fatti preferibilmente con dispositivi agenti per pressione.

Controfreccie

Le travi dovranno essere tutte predisposte con opportune controfreccie secondo le indicazioni di progetto. I procedimenti per imporre le monte alle travi dovranno essere oggetto, all'atto esecutivo, di un approfondito esame, affinché l'elemento strutturale non subisca danni irreversibili, ciò con particolare riferimento ai procedimenti a freddo.

Particolari accorgimenti dovranno essere adottati per realizzare la controfreccia sulle travi principali. I conchi dovranno essere sagomati secondo archi di cerchio di raggio adeguato a garantire la controfreccia di progetto.

L'assemblaggio dei conchi tramite saldatura dovrà essere eseguito in modo da evitare deformazioni di entità e caratteristiche tali da alterare il comportamento statico.

Le procedure da seguire dovranno essere formalizzate attraverso relazioni o elaborati grafici e dovranno essere approvati dalla D.L., sentito il parere dei Progettisti.

Montaggio

Il montaggio delle strutture sarà effettuato con personale, mezzi d'opera ed attrezzature dell'appaltatore e verrà condotto sotto la direzione di un tecnico abilitato con funzione di "Direttore del montaggio", secondo la progressione temporale prevista in programma.

Prima dell'inizio delle operazioni di montaggio l'Appaltatore dovrà procedere alla stesura di un progetto esecutivo di montaggio delle strutture firmato da un tecnico abilitato, con indicazione delle fasi e delle modalità di intervento, con individuazione di eventuali strutture provvisoriale e dei mezzi che si intende impiegare.

Prima dell'inizio del montaggio il progetto di montaggio dovrà essere approvato dalla D.L., sentiti i Progettisti.

Eventuali strutture di controvento provvisoriale non dovranno determinare variazioni nello schema statico tali da indurre sollecitazioni non compatibili con le caratteristiche delle strutture. Dette eventuali strutture provvisoriale dovranno essere completamente rimosse a fine montaggio a cura e spese dell'Appaltatore.

Il personale responsabile del cantiere dovrà possedere la preparazione professionale necessaria a garantire un lavoro ineccepibile sotto il profilo tecnico.

Il montaggio in opera deve essere affidato ad operai abilitati ad eseguire tali lavori ed in numero sufficiente perché il lavoro proceda con la dovuta sicurezza, con perfezione e celerità.

I mezzi di sollevamento o di lavoro dovranno garantire l'effettuazione dei montaggi nei tempi previsti e la sicurezza dei montaggi.

Particolare cura dovrà essere posta per evitare danneggiamenti durante lo scarico, la movimentazione e il tiro in alto dei materiali. Durante queste operazioni si dovranno scrupolosamente osservare le norme di sicurezza e le prescrizioni specifiche previste nel piano della sicurezza.

Tutte le misure per i tracciamenti dovranno avere origine da un unico caposaldo su cui saranno indicate le coordinate di base ed il riferimento per il piano di imposta.

Il montaggio deve essere eseguito con l'ausilio di bulloni provvisori, che non potranno essere riutilizzati per il montaggio definitivo.

Qualora fosse necessario l'utilizzo di martinetti per il posizionamento degli appoggi, andrà controllato che i tronchetti predisposti sugli elaborati in corrispondenza degli appoggi siano coerenti per le attrezzature previste dall'Appaltatore.

L'Appaltatore se necessario apporrà le necessarie modifiche ai tronchetti di sollevamento, previa approvazione dei relativi elaborati grafici e di calcolo da parte dei Progettisti e del DL. Tali modifiche se necessarie, saranno eseguite a cura dell'Appaltatore senza nulla pretendere.

In particolare le operazioni di bullonatura e saldatura dovranno essere effettuate nel rispetto rigoroso delle norme e prescrizioni vigenti in materia e delle prescrizioni di progetto.

Per le saldature manuali dovranno essere impiegati elettrodi basici e saldatrici in corrente continua e gli elettrodi dovranno essere essiccati in apposita stufa alla temperatura di 420° C due ore prima dell'uso.

Ogni saldatura eseguita dovrà essere registrata su apposito giornale di cantiere con accanto il nome del saldatore ed il tipo di elettrodo usato.

Le saldature in opera saranno rispondenti alle norme di corretta esecuzione; dovranno presentare caratteristiche meccaniche di resistenza non inferiori a quelle eseguite in officina; le operazioni dovranno essere conformi a quanto previsto al punto 11.3.4.5 del D.M. 14/01/2008.

Ogni saldatore dovrà essere munito di patentino rilasciato da Ente autorizzato che ne attesti la qualifica e dovrà essere dotato di punzone personale per la marcatura delle saldature dallo stesso eseguite.

D.L. si riserva la facoltà di procedere a controlli delle strutture montate per i quali l'Appaltatore metterà a disposizione quanto serve per rendere possibili i controlli stessi.

Non potranno essere montati elementi con parti danneggiate. La D.L. ha la facoltà di ordinare la rimozione di tali elementi anche se già in opera senza che per questo ne derivi alcun maggior onere.

Tutti gli assemblaggi e le giunzioni in cantiere dovranno essere effettuati nel rispetto rigoroso delle norme vigenti e saranno eseguiti:

- con bulloni di Classe non inferiore a 4.6 per bulloni non pre-caricati (conformi per le caratteristiche dimensionali alle UNI EN ISO 15048-1 e UNI EN ISO 898-1) e dadi di classe non inferiore a 4 (conformi per le caratteristiche dimensionali alle UNI EN 4032 e UNI EN 4034; UNI EN 20898-2), rondelle e rosette in acciaio C50 UNI EN 7091 temperato e rinvenuto HCR 32÷40.
- con bulloni ad alta resistenza di classe non inferiore a 8.8, e giunzioni ad attrito (conformi alla norma UNI EN 14399-1 e UNI EN ISO 838-1). Viti e dadi devono essere associate come prescritto nella tabella 11.3.XII.a contenuta nel D.M. 14/01/2008; le modalità ed il valore della coppia di serraggio dei bulloni nei collegamenti ad attrito e la preparazione della superficie di contatto delle piastre dovranno essere conformi a quanto previsto ai punti 4.2.8.1.1 e 11.3.4.6.2 del D.M. 14/01/2008.

Controlli sulle saldature

Tutti gli oneri inerenti a ulteriori controlli sulle saldature, qualora richiesti dalla DL, oltre a quelli già previsti in computo, saranno a carico della ditta appaltatrice.

L'estensione, il tipo ed il numero dei controlli sarà stabilita dalla D.L. in accordo con l'Istituto Italiano delle Saldature, al quale, come già detto dovrà essere affidato, a totale carico dell'Appaltatore, il controllo della qualità. Le caratteristiche dei controlli verranno definite in relazione all'importanza delle giunzioni ed alle precauzioni prese durante l'esecuzione, alla posizione di esecuzione delle saldature, a seconda che siano state eseguite in officina od al montaggio.

Tolleranze

Le tolleranze ammesse sono le seguenti.

Lunghezza di ogni elemento strutturale:

- Verticale dell'1‰. (uno per mille)
- Orizzontale dell'1‰. (uno per mille)
- Altezza delle colonne e dei montanti: $\min \{0.0035 \times h\}$
dove h = altezza dei montanti

È da notare che gli scarti tollerati, tra elementi contigui, non si devono sommare.

Tolleranze dimensionali particolari potranno essere richieste dal D.L. o sottoposte dall'Appaltatore a D.L. per approvazione.

Trattamento superficiale-Zincatura a caldo

La zincatura a caldo è prevista secondo quanto riportato dalle norme:

- UNI EN ISO 1461 Rivestimenti di zincatura per immersione a caldo su prodotti finiti ferrosi e articoli di acciaio - Specificazioni e metodi di prova
- UNI EN ISO 14713 Rivestimenti di zinco - Linee guida e raccomandazioni per la protezione contro la corrosione di strutture di acciaio e di materiali ferrosi - Parte 1: Principi generali di progettazione e di resistenza alla corrosione
- UNI EN ISO 9223 Corrosione dei metalli e loro leghe - Corrosività di atmosfere - Determinazione della velocità di corrosione di provini normalizzati per la valutazione della corrosività

Prima di eseguire la zincatura va eseguita accurata pulizia mediante sabbiatura di classe Sa2,5.

E' previsto uno spessore minimo del ricoprimento di 85 micron , per Categorie ambientali C4.(Strutture esterne in aree industriali entroterra) con un rischio di corrosione molto alto e una velocità di corrosione da 2 a 4 $\mu\text{m}/\text{anno}$,ai sensi UNI ENISO 1461:2009 parte 1.

Sulle strutture andranno previsti idonei fori di sfiato e drenaggio secondo quanto prescritto, sugli elaborati grafici. Le forature ed eventuali modifiche di posizionamento e dimensione andranno concordate tra il progettista e il Centro di Zincatura, che dovrà predisporre un elaborato di foratura per l'esecuzione dei fori di zincatura. Tubolari chiusi sono vietati e idonei fori contrapposti di sfiato e dreno vanno previsti e approvati dal Centro di Zincatura.

Il diametro minimo dei fori di drenaggio deve essere di 25 mm e 12 mm per i fori di sfiato, ma possono servire dimensioni maggiori.

I fori di sfiato e dreno, già preventivamente dimensionati dal centro di Zincatura, se nascosti per la loro posizione e quindi non visibili (in fondo ai tubi sui correnti a questi connessi, e quindi non visibili dall'esterno), dovranno essere fotografati e identificati numericamente per poterli esibire al Centro di Zincatura.

Le estremità dei tubolari da saldare per assemblare la struttura successivamente al bagno di zincatura, vanno protette con vernici e prodotti che inibiscano la zincatura e successivamente pulite prima di procedere alla saldatura. La molatura e limatura vanno escluse per il possibile rilascio di residui.

Il controllo delle parti sui nodi di assemblaggio, da giuntare a pulizia eseguita, dovrà essere eseguito e ispezionato da Ente terzo prima di procedere alla saldatura.

La saldatura sui nodi di assemblaggio, andrà protetta con metallizzazione a spruzzo di zinco secondo le UNI EN ISO 14919:2001, su superfici esenti da residui di qualsiasi genere e senza alcuna traccia di ossidazione. Per tale motivo andrà fatta immediatamente dopo la pulizia.

Prescrizioni particolari

Disegni d'officina

I disegni del progetto esecutivo di officina (Shop-drawings), completi di ogni dettaglio, dovranno essere redatti sotto la direzione di un tecnico abilitato, firmati dallo stesso.

Sui disegni dei particolari costruttivi dovranno essere indicati gli elementi appresso elencati:

- la lunghezza di taglio di travi, montanti ed elementi di collegamento verticali ed orizzontali;
- le caratteristiche delle giunzioni, siano esse da effettuare in officina o in cantiere;
- la disposizione, il diametro dei fori, le dimensioni e i tipi dei bulloni da impiegare;
- le dimensioni dei cordoni di saldatura, i procedimenti di saldatura, la qualità degli elettrodi da impiegare;
- le coppie di serraggio dei bulloni ad alta resistenza;
- gli spessori delle flange, delle piastre di base, degli irrigidimenti, ed ogni altro elemento impiegato nelle connessioni.

Le varie parti delle strutture da montare dovranno essere marcate con marchi bulinati in posti determinati e visibili, incluse le lamiere striate e i grigliati.

Le stesse marcature dovranno essere riportate sui disegni di officina.

L'Appaltatore, oltre ai disegni di officina, dovrà fornire uno schema di montaggio dal quale risultino chiaramente le reciproche posizioni degli elementi componenti la struttura e la sequenza di montaggio nei nodi a 2,4,5 vie, e le relative preparazioni delle estremità dei tubi che ne conseguono.

Nessun lavorazione può essere ammessa senza l'approvazione preventiva degli elaborati di montaggio e di officina.

Istruzioni di montaggio

Il montaggio delle strutture metalliche deve rispettare sequenze prestabilite onde garantire la necessaria stabilità di ogni parte montata in ogni fase di costruzione dell'opera.

Approvazione elaborati di progetto

All'appaltatore viene richiesto di sottoporre ad approvazione da parte del D.L. tutti gli elaborati di progetto necessari per la completa definizione delle opere fornite. La D.L. rilascerà detta approvazione sentito il parere dei Progettisti.

La D.L. provvederà alla restituzione di una copia con approvazione "senza commenti", per conformità al progetto oppure con approvazione "con prescrizioni". In caso di mancata approvazione, dovuta a inadempienze dell'appaltatore, questi è tenuto a sottoporre nuovamente la documentazione corretta, fino ad approvazione ottenuta.

L'Appaltatore non potrà intraprendere lavori, acquisti di materiali o altre operazioni, prima di aver ottenuto tale approvazione.

11.3.2. Parapetti metallici

I parapetti metallici potranno essere:

- a) del tipo fisso con montanti e correnti in tubo di diametro adeguato alle caratteristiche della posizione o funzione del parapetto, con corrimano che potrà essere tubolare o di altra sezione e parapiede sagomato e rinforzato;
- b) del tipo smontabile con montanti tubolari con possibilità di sfilaggio, alloggiamento nelle strutture murarie o metalliche, spinotti per fissaggio e catenelle di protezione;

Ogni tipo di parapetto sarà dato in opera completo delle necessarie zanche e piatti per il fissaggio al calcestruzzo o alle opere metalliche.

L'Impresa è tenuta a sottoporre al D.L., per approvazione, il disegno costruttivo dei parapetti, prima di metterli in produzione.

Il materiale con cui sarà realizzato il parapetto (acciaio zincato o inossidabile) è indicato negli elaborati grafici progettuali.

11.3.3. Lamiere e grigliati zincati

Le lamiere e i grigliati zincati, il cui tipo dovrà essere sottoposto alla approvazione della Direzione Lavori, dovrà essere previsto per sovraccarico di 500 kg/m², salvo diversa indicazione negli elaborati progettuali.

L'Impresa è pienamente responsabile della stabilità e resistenza sia della struttura portante che dei grigliati, con particolare riferimento al loro collegamento alle strutture portanti.

11.3.4. Coperture di botole, pozzetti ecc.

Le lamiere striate per la copertura di pozzetti, botole, specchiature attraversate da tubazioni, ecc. avranno spessore 5 mm e 6 mm, sotto stria. Ove la luce degli appoggi lo richieda, la lamiera sarà opportunamente rinforzata con intelaiatura di angolari e piatti in modo che non si abbiano a verificare spancamenti o vibrazioni sotto carico.

Gli appoggi delle lamiere saranno realizzati con telai composti da profilati a Z opportunamente zancati ai bordi delle aperture.

11.3.5. Scale alla marinara

Le scalette alla marinara saranno realizzate con tubi di diametro adeguato all'altezza della scala stessa e saranno complete di attacchi alle strutture murarie o metalliche; saranno provviste di gabbia di protezione ai sensi del D. L.vo 81/2008.

Il materiale con cui saranno realizzate le scalette alla marinara è indicato negli elaborati grafici progettuali.

11.3.6. Paratoie e panconi metallici

Le paratoie e i panconi metallici dovranno corrispondere, sulla base delle indicazioni riportate negli elaborati di progetto, al disegno costruttivo del produttore, approvato dalla Direzione Lavori. Nel prezzo delle paratoie e dei panconi metallici è compresa la fornitura della paratoia e/o del pancone e di tutti gli elementi necessari per il suo montaggio (gargami ecc.), la posa in opera, la verniciatura, ed ogni altro onere necessario per dare il manufatto ultimato e perfettamente funzionante.

Il materiale con cui saranno realizzati le paratoie e i panconi (acciaio zincato o inossidabile) è indicato negli elaborati grafici progettuali.

Art. 11.4. Collaudo tecnologico dei materiali

Ogni volta che le partite di materiale metallico destinato alla costruzione delle travi e degli apparecchi di appoggio perverranno agli stabilimenti per la successiva lavorazione, l'Impresa darà comunicazione alla Direzione dei Lavori specificando, per ciascuna colata, la distinta dei pezzi ed il relativo peso, la ferriera di provenienza, la destinazione costruttiva, i risultati dei collaudi interni.

La Direzione dei Lavori si riserva la facoltà di prelevare campioni da sottoporre a prova presso laboratori di sua scelta ogni volta che lo ritenga opportuno.

Le prove e le modalità di esecuzione saranno quelle prescritte dal D.M. 14 gennaio 2008.

Art. 11.5. Collaudo dimensionale e di lavorazione

La Direzione dei Lavori si riserva il diritto di chiedere il premontaggio in officina, totale o parziale delle strutture, secondo modalità da concordare di volta in volta con l'Impresa.

Per i manufatti per i quali è prevista una fornitura di oltre 10 esemplari da realizzare in serie, deve prevedersi all'atto del collaudo in officina, il premontaggio totale o parziale, da convenirsi secondo i criteri di cui sopra, di un solo prototipo per ogni tipo.

In tale occasione la Direzione dei Lavori procederà alla accettazione provvisoria dei materiali metallici lavorati.

Analogamente a quanto detto al comma precedente, ogni volta che si rendono pronte per il collaudo le travate, l'Impresa informerà la Direzione dei Lavori indicando tipo e destinazione di ciascuna di esse.

Entro 8 giorni la Direzione dei Lavori darà risposta fissando la data del collaudo in contraddittorio, oppure autorizzando la spedizione della travata stessa in cantiere.

Nel caso del collaudo in contraddittorio, gli incaricati della Direzione dei Lavori verificheranno sia per ogni una delle parti componenti le opere appaltate, quanto per l'insieme di esse, la esatta e perfetta lavorazione a regola d'arte ed in osservanza ai patti contrattuali.

I pezzi presentati all'accettazione provvisoria devono essere scevri di qualsiasi verniciatura, fatta eccezione per le superfici di contatto dei pezzi uniti definitivamente fra loro, che debbono essere verniciati in conformità alle prescrizioni della Direzione dei Lavori.

Art. 11.6. Prove di carico e collaudo statico delle strutture in acciaio

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

Ove nulla osti, si procederà quindi alle prove di carico ed al collaudo statico delle strutture, operazioni che verranno condotte, a cura e spese dell'Impresa, secondo le prescrizioni contenute nel DM e 14 gennaio 2008.

ART 12. OPERE A VERDE

Art. 12.1. Generalità

Per tutti i materiali forniti si dovrà dichiarare alla Direzione Lavori la provenienza, la classificazione merceologica e la composizione, nonché essere certificata, da parte del produttore, la corrispondenza dei prodotti alle normative vigenti. La Direzione Lavori ha facoltà di integrare le prescrizioni di seguito riportate, e di apportare modifiche alle stesse a seguito di motivata causa. L'Appaltatore dovrà attenersi alle prescrizioni contenute negli elaborati grafici di progetto, nelle relazioni tecniche e nel presente Capitolato Speciale d'Appalto e, in caso di riscontrata discordanza, rimettersi al giudizio della Direzione Lavori che deciderà nell'interesse prioritario del committente. Il materiale dovrà essere corredato da regolare documento d'accompagnamento. Dovrà sempre intendersi compensato ogni onere conseguente la fornitura di materiali, i trasporti ed i noli necessari, l'immagazzinamento, la manodopera e gli eventuali ponteggi per la posa in opera, le pulizie finali e quant'altro necessari per dare l'opera finita a perfetta regola d'arte. Fatto salvo quanto diversamente nel presente Capitolato Speciale d'Appalto, per la misurazione delle opere si farà riferimento alle norme di cui all'art. 72 del Capitolato Speciale per Lavori Edili pubblicato dal Ministero dei Lavori pubblici (Ed. Istituto Poligrafico e Zecca di Stato, 1993). L'Appaltatore dovrà rispettare tutte le leggi, i decreti, le norme, le circolari vigenti od entrate in vigore durante la realizzazione delle opere. Le

norme contenute nel presente Capitolato Speciale d'Appalto non esimono l'Appaltatore dalla conoscenza ed applicazione di tutta la normativa esistente.

L'appaltatore dovrà attenersi scrupolosamente al crono programma allegato al presente capitolato che prevede l'anticipazione delle opere a verde contestualmente agli interventi sul canale, ivi compresa la manutenzione di tutte le opere realizzate fino alla chiusura del cantiere.

Art. 12.2. Opere preliminari

Pulizia generale dell'area

Prima di iniziare la realizzazione degli interventi previsti nel progetto, tutte le superfici interessate dovranno essere ripulite da materiali estranei (macerie, residui di oli, plastica, rottami, materiale metallico, ecc.), dalle infestanti e da tutti gli alberi ed arbusti infestanti così come indicati dalla D.L., che ostacolano la realizzazione dell'opera. Le stesse dovranno essere mantenute libere durante il corso dei lavori. In particolare si dovrà prestare attenzione alla rimozione ed allontanamento dei residui delle lavorazioni edili, prodotti dallo stesso cantiere che occupano aree oggetto della sistemazione a verde. La Direzione Lavori impartirà le precauzioni necessarie ad un garantito successo dell'attecchimento e del successivo sviluppo degli impianti vegetali previsti. I materiali di risulta dovranno essere allontanati e portati ad appositi centri di smaltimento.

Protezione e difesa alberature

Difesa di superfici vegetali

Per impedire danni provocati dai lavori di cantiere, le superfici vegetali da conservare, adiacenti all'area interessata dal cantiere, dovranno essere recintate con rete di cantiere in materiale plastico o altra recinzione invalicabile alta almeno m 1,50, posta ad una distanza di almeno 2,5 metri dagli alberi d'. Nell'ambito delle suddette superfici non potranno essere versati oli minerali, acidi, basi, vernici ed altre sostanze aventi un effetto inquinante sul suolo. Gli impianti di riscaldamento del cantiere dovranno essere realizzati ad una distanza minima di 5 m dalla chioma degli alberi e dei cespugli. Fuochi all'aperto potranno essere accesi solo ad una distanza minima di 20 m dalla chioma di alberi e dei cespugli nel rispetto della normativa vigente.

Difesa delle parti aeree degli alberi

Per la difesa contro danni meccanici, come ad esempio escoriazioni e rotture della corteccia e del legno da parte di veicoli, macchine ed altre attrezzature di cantiere, tutti i boschi, le macchie arboree ed arbustive adiacenti al cantiere dovranno essere muniti di un solido dispositivo di protezione, costituito da una recinzione in materiale plastico che racchiuda sotto la chioma una superficie del suolo, estesa sul lato interessato per almeno 2,00 m.

Difesa delle radici degli alberi nel caso di ricariche del suolo

Attorno agli alberi possono essere realizzate ricariche del suolo solo se tollerate dalla specie. In ogni caso, è necessario salvaguardare il vecchio orizzonte radicale dell'albero mediante settori di aerazione, alternati a settori di terra vegetale, destinati allo sviluppo del nuovo orizzonte radicale.

I settori di aerazione, realizzati con materiale adatto a costruire uno strato drenante (ad esempio ghiaia, pietrisco o argilla espansa) fino al livello finale della ricarica, dovranno coprire una percentuale di suolo, estesa almeno 2,50 m attorno alla chioma dell'albero, pari almeno ad 1/3 della superficie, con specie dotate di apparato radicale profondo, e ad 1/2 della superficie nel caso di specie dotate di apparato radicale superficiale. Prima della ricarica, eventuali tappeti erbosi, foglie ed altri materiali organici dovranno essere allontanati, per evitare la putrefazione. Durante i lavori si dovrà fare attenzione a non compattare il suolo.

Difesa delle radici degli alberi in caso di abbassamento del suolo

Nel caso in cui si proceda ad effettuare abbassamenti di quota altimetrica, il livello preesistente del suolo non può essere alterato all'interno di una superficie estesa almeno 2,50 m attorno alla chioma degli alberi, per salvaguardare la rete delle radici sottili.

Difesa delle radici degli alberi nel caso di scavi di breve durata

Di regola, a causa del pericolo di rottura delle radici, gli scavi saranno eseguiti solo a mano e ad una distanza dal tronco non inferiore a 2,5 m. In casi singoli, a giudizio della Direzione Lavori, la distanza può essere ridotta ad 1,5 m dal tronco, per alberi aventi apparato radicale profondo, ed a 2 m per alberi aventi apparato radicale superficiale. Le radici dovranno essere recise con un taglio netto, rifilate con utensili affilati e disinfettati (mediante soluzioni con sali di ammonio quaternari) e subito spalmate con un apposito mastice sigillante caratterizzato da aggiunta di fungicidi in ragione del 2-3%, secondo indicazioni della Direzione Lavori. Le radici dovranno essere difese contro l'essiccazione ed il gelo.

Difesa delle radici degli alberi nel caso di scavi di lunga durata

Nella stagione vegetativa prima dell'apertura del cantiere dovrà essere realizzata una cortina protettiva delle radici scavata a mano ad una distanza non inferiore a 2,50 m dal tronco, di spessore di circa 50 cm a partire dalla parete della futura fossa di cantiere e di profondità, sotto il fondo della fossa stessa, compresa tra 0,3 e 2,5 m. Sul lato della cortina rivolto verso il tronco dell'albero, le radici di maggiori dimensioni dovranno essere recise con un taglio netto e subito spalmate con un mastice caratterizzato da aggiunta di fungicida secondo le indicazioni della Direzione Lavori. Sul lato della cortina rivolto verso la futura fossa di cantiere, si dovrà realizzare una solida armatura, costituita da pali di legno sui quali si inchioda una rete metallica a cui viene assicurata una tela di sacco. Lo scavo infine dovrà essere riempito con una miscela costituita da compost, sabbia e torba bionda. Fino all'apertura del cantiere e durante i lavori successivi, la cortina protettiva delle radici dovrà essere mantenuta costantemente umida e l'albero, se necessario, dovrà essere adeguatamente ancorato.

Difesa delle radici degli alberi nel caso di transito

Qualora non si possa evitare il transito all'interno della superficie di pertinenza degli alberi (2,50 m attorno alla chioma), questa dovrà essere ricoperta con uno strato di materiale drenante, avente spessore minimo di 20 cm, sul quale si dovranno fissare tavole di legno. Dopo l'allontanamento della

copertura protettiva, lo strato superficiale del suolo dovrà essere scarificato a mano, avendo cura di non danneggiare le radici.

Art. 12.3. Opere sul patrimonio arboreo ed arbustivo esistente

Decespugliamento

Il decespugliamento sarà costituito da una serie di operazioni di rimozione, taglio ed asportazione del materiale arbustivo che, a discrezione della Direzione Lavori, sarà giudicato infestante od in contrasto con le possibili funzioni dei boschi. Saranno, inoltre, rimossi gli arbusti morti o deperienti, nonché i soggetti caratterizzati da fenomeni patogeni e, comunque, senza avvenire. Le operazioni potranno essere effettuate mediante l'utilizzo di decespugliatori idonei od attrezzature manuali; in entrambe i casi si dovrà porre particolare attenzione ad evitare il danneggiamento della vegetazione conservata e della rinnovazione di specie autoctone attualmente in atto. I materiali di risulta potranno essere macinati o triturati in loco ed impiegati come pacciamatura o ammendante.

Spollonatura al piede

L'operazione va condotta al piede mediante il taglio al colletto di polloni e ricacci, sia degli esemplari adulti sia di quelli di recente impianto. E' completata dalla raccolta e dal conferimento del materiale di risulta, dallo smaltimento e dalla rimozione del ceppo.

Abbattimento alberature

Nei casi di abbattimenti di alberi di alto fusto o di eventuali ceppaie isolate si dovrà procedere, ad abbattimento avvenuto, alla rimozione di tutti i ceppi od alla loro trivellazione con idonea macchina operatrice secondo la normativa vigente. Durante le operazioni di abbattimento dovrà essere usata cura particolare affinché gli alberi e i rami, nella caduta, non provochino danni a persone, cose, manufatti o vegetazione limitrofa e sottostante. A tale scopo il tronco da abbattere dovrà essere precedentemente liberato dai rami primari e secondari, nonché guidato nella sua caduta. Il legname derivante dall'abbattimento di alberi verrà accatastato, secondo le indicazioni della Direzione Lavori, in un luogo idoneo. Nel caso le piante abbattute presentino malattie, l'Appaltatore è tenuto a seguire tutte le norme igienico-sanitarie del caso, nonché quelle eventualmente previste dalla legislazione vigente. Il materiale di risulta dovrà essere allontanato e trasportato ad appositi centri di smaltimento o trattamento.

Estirpazione e frantumazione di ceppaie

L'estirpazione della ceppaia consiste nella completa rimozione della parte della pianta (ceppo e radici) rimasta dopo il taglio della parte aerea (fusto e chioma). Non potendo eseguire l'estirpazione della ceppaia si eseguirà almeno la sua frantumazione, in modo da facilitare il processo di disgregazione al suolo delle parti morte, asportando la quota centrale della parte rimasta.

L'estirpazione o la frantumazione andranno condotte con apposito mezzo meccanico suddividendo il colletto su cui intervenire nelle seguenti classi di diametro:

- fino a 30 cm
- da cm 30 a cm 50

- da cm 50 a cm 100

Art. 12.4. Tracciamenti

Scavi e riporti

Prima di effettuare i riporti, l'Appaltatore 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 planoaltimetrici,
- rilievo planoaltimetrico 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'Appaltatore. I risultati dei rilievi e della picchettazione saranno riportati su appositi elaborati che dovranno essere approvati dalla Direzione Lavori; una copia di tali elaborati dovrà essere consegnata alla Stazione Appaltante, una alla Direzione Lavori, ed una terza verrà conservata in cantiere.

Durante la verifica da parte della Direzione Lavori o della Stazione Appaltante dei risultati dei rilievi, l'Appaltatore è tenuta a mettere a disposizione il personale ed i mezzi necessari. La tolleranza ammessa per il riporto di materiali inerti per la costruzione di una nuova morfologia è di cm 20 rispetto alle quote riportate per il 20% dei punti rilevati, di cm 10 rispetto alle quote riportate per il 40% dei punti rilevati e di cm 5 rispetto alle quote riportate per il restante 40% dei punti rilevati. 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. La tolleranza ammessa per le quote finali dei riporti, rispetto a quelle indicate negli elaborati progettuali, è di cm 15 rispetto alle quote riportate per il 10% dei punti rilevati, di cm 5 rispetto alle quote riportate per il 40% dei punti rilevati e di cm 0 rispetto alle quote riportate per il restante 50% dei punti rilevati. Al momento della verifica delle tolleranze di errore dell'esecuzione dei lavori, l'Appaltatore può richiedere un ampliamento del numero di campioni utilizzati per il calcolo.

Opere a verde

Prima della messa a dimora di piantine forestali, alberi ed arbusti, l'Appaltatore è tenuta alla predisposizione delle seguenti operazioni, secondo la tempistica prevista dal progetto:

- picchettazione della posizione di messa a dimora di piantine forestali, alberi ed arbusti, con associazione degli esemplari ai picchetti;
- picchettazione delle aree per la messa a dimora di gruppi di alberi, gruppi di arbusti, fasce arbustive, aree ad erbacee, con la precisione richiesta dalla DIREZIONE LAVORI, nonché predisporre la picchettazione di un'area di saggio con il sesto di impianto previsto;

- picchettazione delle aree per la formazione di superfici prative e superfici a pacciamatura comprendente oltre ai punti obbligati, anche i punti intermedi.

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'Appaltatore. I risultati della picchettazione saranno riportati su appositi elaborati che dovranno essere approvati dalla Direzione Lavori; una copia di tali elaborati dovrà essere consegnata alla Stazione Appaltante, una alla Direzione Lavori, ed una terza verrà conservata in cantiere. Durante la verifica da parte della Direzione Lavori o della Stazione Appaltante dei risultati dei rilievi, l'Appaltatore è tenuta a mettere a disposizione il personale ed i mezzi necessari.

La tolleranza ammessa per la formazione di filari o per la piantumazione a sesto regolare è di cm 10 rispetto agli allineamenti riportati per il 10% degli elementi controllati, di cm 5 rispetto agli allineamenti riportati per il 30% degli elementi controllati e di cm 0 rispetto agli allineamenti riportati per il 60% degli elementi controllati. La tolleranza ammessa per la messa a dimora di alberi ed arbusti, isolati od a piccoli gruppi, è di cm 20 rispetto alle posizioni riportate per il 10% degli elementi controllati, di cm 10 rispetto alle posizioni riportate per il 40% degli elementi controllati e di cm 5 rispetto alle posizioni riportate per il restante 50% degli elementi controllati. La tolleranza ammessa per la formazione di aree arbustive, superfici prative o pacciamate, rispetto a quelle indicate negli elaborati progettuali, è di cm 25 rispetto alle quote riportate per il 30% dei punti rilevati, di cm 10 rispetto alle quote riportate per il 30% dei punti rilevati e di cm 5 rispetto alle quote riportate per il restante 40% dei punti rilevati; si prescrive inoltre una tolleranza del 5% sull'estensione di aree fino a 100 metri quadrati, una tolleranza del 3% sull'estensione di aree comprese fra 100 e 1.000 metri quadrati, e una tolleranza del 2% sull'estensione di aree superiori ai 1.000 metri quadrati. Al momento della verifica delle tolleranze di errore dell'esecuzione dei lavori, l'Appaltatore può richiedere un ampliamento del numero di campioni utilizzati per il calcolo.

Art. 12.5. Caratteristiche dei materiali

Materiale per opere di ingegneria naturalistica

Talee

Le talee di piante legnose dovranno essere rigogliose, sane ed idonee a mettere radici. La scelta delle specie, salvo diverse indicazioni della Direzione Lavori, dovrà essere quella indicata negli elaborati progettuali e, comunque, relazionata ad esse. Le talee (propriamente dette) saranno segmenti di rami separati dalla pianta madre, capaci di produrre radici avventizie e di rigenerare altri esemplari. Avranno lunghezza minima di cm 60 e diametro variabile tra 3 e 10 cm.

Materiali agrari

Terra di coltivo

La terra da utilizzare per il riporto dovrà provenire da aree a destinazione agraria ed essere sottoposta all'approvazione della Direzione Lavori la quale potrà richiedere anche le eventuali analisi da parte di laboratori 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 2-5 %, il rapporto C/N dovrà essere compreso tra 7.5 e 13 e il pH misurato in H₂O dovrà essere compreso fra 5.5 e 7.5. Il calcare totale dovrà essere presente in quantità inferiori a 20 g/kg mentre il calcare attivo dovrà essere assente. La quantità di scheletro con diametro maggiore di mm 2 non dovrà eccedere il 10% del peso totale e dovranno essere assenti ciotoli con diametro superiore a cm 4. La granulometria dovrà rientrare nei seguenti parametri:

- Sabbia (diametro compreso tra mm 2 e mm 0.05): 20-30 % in peso sulla terra fine
- Limo (diametro compreso tra mm 0.05 e mm 0.002): 30-50 % in peso sulla terra fine
- Argilla (diametro inferiore a mm 0.002): 10-30 % in peso sulla terra fine
- Il complesso di scambio dovrà essere verificato nei seguenti valori:
- Capacità di scambio cationico: 8-30 meq/100g
- Calcio scambiabile (CaO): 500-2000 mg/kg
- Magnesio scambiabile (MgO): 80-200 mg/kg
- Potassio scambiabile (K₂O): 80-200 mg/kg
- Saturazione Basica : 30-90 % CSC
- Rapporto Ca/Mg: 2-10
- Rapporto Mg/K: 2-5

Il Fosforo assimilabile (P₂O₅) dovrà essere presente in una quantità compresa tra 30 e 200 mg/kg. La salinità dovrà essere inferiore a 2.50 mS/cm. Gli elementi impiegati dovranno rispettare le caratteristiche prescritte dalla Legge n° 748 del 19.10.1984, Nuove norme per la disciplina dei fertilizzanti. La terra di coltivo dovrà essere priva di sostanze tossiche ed agenti patogeni.

Pacciamatura

Con pacciamatura si intende una copertura del terreno per scopi diversi (es. controllo infestanti, limitazione dell'evapotraspirazione, ecc.). La pacciamatura in materiali organici dovrà essere costituita da residui della lavorazione del legno. Gli elementi di legno saranno, in generale, di dimensioni, sul lato maggiore, comprese tra 3 e 4 cm; per lo strato superficiale di finitura, invece, dovranno essere di dimensioni comprese tra 2 e 3 cm. In alternativa alla corteccia di conifera si potrà utilizzare, su parere favorevole della Direzione Lavori, una stuoia (in fibre di legno ovvero cocco, paglia, sisal o altra fibra vegetale), confinata da due microreti di polipropilene fotossidabili trapuntate, fornita in rotoli di larghezza m 2,00.

Dischi pacciamanti per alberi forestali

Attorno alle piantine forestali verrà introdotta, alla base del fusto, una lastra circolare in fibre naturali ed argilla (diametro cm 40), come elemento di protezione dallo sviluppo di specie infestanti.

Elementi di protezione per alberi forestali - shelter

Verrà introdotto un elemento di protezione del fusto denominato shelter. Tale elemento, a forma di parallelepipedo, sarà in materiale plastico di altezza non inferiore a cm 80 e largo largo 10 cm, fissato al terreno mediante canna di bamboo (cir. 20-22 mm, h. 1 m). 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'Appaltatore, prima della messa a dimora, dovrà presentare i campioni di tali elementi alla Direzione Lavori. Quest'ultima approverà ed indicherà lo shelter ritenuto più adeguato allo specifico utilizzo.

Elementi di sostegno per alberi sviluppati

Per ogni albero sviluppato verrà introdotto, come indicato negli elaborati di progetto, n. 1 palo di sostegno. Essi, in legno di conifera scortecciato, appuntiti ad una estremità e trattati in autoclave con soluzione antimarcescente o impregnante, avranno un diametro di cm 8 ed una lunghezza di m 3.00-3.80. In alternativa, su indicazione della Direzione Lavori si potranno usare pali in castagno scortecciati con la punta impregnata. Le legature dovranno rendere solidali le piante al palo di sostegno e dovranno essere realizzate in cinture di gomma (o in fibra sintetica). Si dovrà mettere in opera, inoltre, un cuscinetto antifrizione, di adatto materiale, per evitare danni alla corteccia.

Materiali vegetali

Al momento della fornitura, l'Appaltatore, nel sottoporre il materiale all'approvazione della Stazione Appaltante, 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.

Piantine forestali

Il materiale per gli interventi di valorizzazione del carattere naturalistico sarà costituito da piantine forestali (alberi ed arbusti) così come indicato negli elaborati di progetto. L'Appaltatore avrà l'obbligo di dichiarare la provenienza degli alberi; questa dovrà essere accertata dalla Direzione Lavori, 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 Direzione Lavori 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'Appaltatore 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 fornitura o di manutenzione evidenziati per iscritto dalla Direzione Lavori. Ogni partita di piante dovrà essere corredata di passaporto fitosanitario come previsto da normativa vigente. 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;

- D.Lgs n° 535 del 30.12.1992, Attuazione della direttiva 91/682/CEE relativa alla commercializzazione dei materiali di moltiplicazione delle piante ornamentali,
- 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. 22.12.1993, Misure di protezione contro l'introduzione e la diffusione nel territorio della Repubblica di organismi nocivi ai vegetali o ai prodotti vegetali.

Tutto il materiale dovrà essere stato riprodotto per seme o talea idonei (per specie, varietà e cultivar) alle indicazioni del progetto, dovrà essere accettato dalla DIREZIONE LAVORI e dovrà essere esente da malattie, parassiti, virus e deformazioni. per l'eventuale raccolta di semi si farà riferimento al Corpo forestale dello Stato. 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. Le radici dovranno risultare pienamente compenstrate nel terriccio senza fuoriuscirne: L'apparato radicale dovrà presentarsi sempre ben accestito, ricco di piccole ramificazioni e di radici capillari fresche e sane. I contenitori (vasi, mastelli di legno o di plastica, ecc.) dovranno essere proporzionati alle dimensioni delle piante contenute senza presentare, al loro interno le cosiddette "spiralate".

Alberi

Gli alberi di tipo forestale, piante in contenitore con diametro di cm 18, dovranno avere un minimo di due anni di età; dovranno aver subito almeno un trapianto, nonché avere un'altezza cm 80 - 120.

Le piante dovranno provenire da una produzione specializzata in materiale autoctono.

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 Direzione Lavori, qualora le condizioni locali lo consentano, avrà facoltà di decidere l'eventuale utilizzo di soggetti a radice nuda sebbene solo per specie latifoglie. Le radici, in questo caso, dovranno possedere barbatelle ben ramificate.

L'Appaltatore avrà l'obbligo di dichiarare la provenienza degli alberi; questa dovrà essere accertata dalla Direzione Lavori, 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 Direzione Lavori 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'Appaltatore 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 fornitura o di manutenzione evidenziati per iscritto dalla Direzione Lavori Ogni partita di piante dovrà essere corredata di

passaporto fitosanitario come previsto da normativa vigente. 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;
- D.Lgs n° 535 del 30.12.1992, Attuazione della direttiva 91/682/CEE relativa alla commercializzazione dei materiali di moltiplicazione delle piante ornamentali,
- 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. 22.12.1993, Misure di protezione contro l'introduzione e la diffusione nel territorio della Repubblica di organismi nocivi ai vegetali o ai prodotti vegetali.

In ogni caso l'Appaltatore 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 2,50 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 in corrispondenza della prima impalcatura per le conifere e a due terzi dell'altezza per tutti gli altri alberi.

Per gli alberi innestati dovranno essere specificati i portainnesti e l'altezza del punto d'innesto, il quale non dovrà presentare sintomi di disaffinità. In linea di massima, gli alberi dovranno essere forniti in zolla (pane di terra), o, su richiesta dell'Appaltatore sarà possibile utilizzare alberi in contenitore senza con ciò poter aver diritto ad alcun maggior compenso. Secondo le esigenze locali la Direzione Lavori, per alberi a foglia caduca, potrà ammettere la fornitura a radice nuda.

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 compenstrate 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'Appaltatore nel sottoporre il materiale da fornire all'approvazione della Stazione Appaltante 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.

Arbusti

Gli arbusti di tipo forestale, piante in contenitore con diametro di cm 24, dovranno avere un minimo di due anni di età; dovranno essere ramificate a partire dal terreno con non meno di n. 3 ramificazioni, nonché avere un'altezza (cm 60 - 80) ben proporzionata al diametro della chioma.

Le piante dovranno provenire da una produzione specializzata in materiale autoctono. La Direzione Lavori, qualora le condizioni locali lo consentano, avrà facoltà di decidere l'eventuale utilizzo di soggetti a radice nuda sebbene solo per specie latifoglie. Le radici, in questo caso, dovranno possedere barbatelle ben ramificate. Al momento della fornitura, l'Appaltatore nel sottoporre il materiale da fornire all'approvazione della Stazione Appaltante 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.

L'Appaltatore avrà l'obbligo di dichiarare la provenienza degli arbusti; questa dovrà essere accertata dalla Direzione Lavori, 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 Direzione Lavori 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'Appaltatore 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 Direzione Lavori. Ogni partita di piante dovrà essere corredata di passaporto fitosanitario come previsto da normativa vigente. 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;
- D.Lgs n° 535 del 30.12.1992, Attuazione della direttiva 91/682/CEE relativa alla commercializzazione dei materiali di moltiplicazione delle piante ornamentali,

- 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. 22.12.1993, Misure di protezione contro l'introduzione e la diffusione nel territorio della Repubblica di organismi nocivi ai vegetali o ai prodotti vegetali.

In ogni caso l'Appaltatore dovrà fornire le piante esenti da malattie, parassiti e deformazioni, corrispondenti, per specie, 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. Potranno eventualmente essere fornite a radice nuda soltanto le specie a foglia caduca, mentre quelle sempreverdi dovranno essere consegnate in contenitore o con pane di terra. Al momento della fornitura, l'Appaltatore nel sottoporre il materiale da fornire all'approvazione della Stazione Appaltante 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.

Sementi

La semente utilizzata dovrà presentare le caratteristiche varietali richieste e dovrà essere fornita sempre nelle confezioni originali sigillate e munite della certificazione E.N.S.E. (Ente Nazionale Sementi Elette). Sulla confezione dovranno essere riportate, secondo la normativa vigente, il grado di purezza, la germinabilità e le date di confezionamento e scadenza.

Se non utilizzate immediatamente, le sementi andranno conservate in un locale idoneo (fresco e privo di umidità).

Le sementi dovranno risultare certificate a norma di legge vigente. I miscugli proposti in questa sede potranno subire modifiche secondo indicazioni della Direzione Lavori, che verificherà i risultati conseguiti durante lo svolgimento dei lavori. Qualora la miscela non fosse disponibile in commercio dovrà essere realizzata in cantiere mediante miscelazione delle sementi componenti divise per qualità; le percentuali dovranno essere calcolate sul numero indicativo di semi. Al momento della fornitura, l'Appaltatore nel sottoporre il materiale da fornire all'approvazione della Stazione Appaltante 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.

La miscela per il prato fiorito sarà composta dalle seguenti specie:

Achillea millefolium, Anthyllis vulneraria, Centaurea cyanus, Chrysanthemum leucanthemum, Daucus carota, Dianthus carthusianorum, Echium vulgare, Galium verum, Hypericum perforatum, Salvia pratensis, Saponaria officinalis, Scabiosa columbaria, Silene vulgaris, Garcke, Lychnis flos-cuculi,

Trifolium pratense, Anthoxanthum odoratum, Arrhenatherum elatius, Bromus erectus Huds, Dactylis glomerata, Festuca pratensis Huds, Poa pratensis, Lolium perenne.

Materiali edili

Legname

Il legno non deve presentare alcun difetto o danneggiamento che ne comprometta il valore d'uso.

Non sono in ogni caso ammissibili nel legno la presenza di larve e uova di insetti e fenomeni di putrefazione. Per i legni con particolari funzioni statiche, indicati nel progetto o dalla Direzione dei lavori, non sono inoltre ammissibili la cipollatura, i nodi risultanti dall'inserzione di rami stroncati o ammalati, la fibratura elicoidale, i cretti formati in conseguenza del gelo o di scariche di fulmine, le perforazioni dovute ad insetti o vischio. Dovranno essere impiegate le specie legnose che presentano migliori caratteristiche di stabilità con riferimento al rigonfiamento ed al ritiro conseguenti alle variazioni di umidità. Il legno deve essere inserito in opera con un'umidità il più possibile uguale a quella prevista come valore medio durante il periodo di utilizzazione. Durante le operazioni di trasporto e di accatastamento, si farà dunque attenzione affinché tale valore medio di umidità non venga modificato.

I legni con particolari funzioni statiche, indicati nel progetto o dalla Direzione dei Lavori, dovranno presentare le caratteristiche di resistenza meccanica indicate nella tabella 8, che riporta i valori medio-minimi di resistenza a trazione, compressione, flessione e taglio, determinati mediante prove eseguite secondo le norme UNI, su campioni con il 12% di umidità ed alla temperatura di 20 °C. Tutti i legni che hanno funzioni statiche e negli altri casi secondo le indicazioni della Direzione dei Lavori, devono essere protetti dall'attacco di funghi ed insetti, mediante misure chimiche di difesa preventiva, usando esclusivamente sostanze che non siano nocive alla vegetazione vivente. I legni che vengono forniti in cantiere già trattati devono essere muniti di un certificato che indichi il nome e l'indirizzo dell'esecutore del trattamento, la data del trattamento, le sostanze usate con i relativi certificati di controllo da parte di Istituti qualificati, le quantità di sostanze usate in g/mq e ml/mq di superficie, ovvero in kg/mc di volume del legno.

Qualora il trattamento venga effettuato in cantiere, le sostanze usate devono essere munite di un certificato di controllo da parte di un Istituto qualificato, che specifichi l'efficacia del prodotto (contro funghi o insetti, per legni esposti alle intemperie od a contatto con l'acqua ed il suolo ecc.), nonché il tipo di trattamento più adatto. Secondo le indicazioni della Direzione dei lavori, verranno utilizzati legni trattati con sistemi di impregnazione profonda mediante apposite attrezzature operanti sotto pressione, ovvero legni trattati con sistemi di verniciatura o immersione. Nel caso in cui vengano utilizzati legni trattati con sistemi di impregnazione profonda, dovranno essere prodotti - su richiesta della Direzione dei lavori - i diagrammi con la registrazione delle modalità processuali. Nel caso in cui vengano utilizzati legni trattati con sistemi di verniciatura o immersione, il quantitativo minimo delle sostanze da applicare dovrà comunque essere superiore a 90 g/mq per le sostanze solubili in acqua ed a 350 ml/mq per le sostanze oleose.

Resistenza meccanica dei legnami						
Designazioni	Sollecitazioni					
	Trazione	Compressione	Compressione	Flessione	Taglio	
	rottura	rottura	valore assic.	rottura	rottura	
	N/cm²	N/cm²	N/cm²	N/cm²	N/cm²	
Abete bianco	7.850	3.725	540	6.670	490	
Abete rosso	8.135	3.820	540	7.250	588	
Larice	8.800	4.900	740	9.810	833	
Pino silvestre	8.800	4.400	685	9.020	735	
Pino silano	8.000	4.100	685	8.330	735	
Abete di Douglas	8.800	4.600	640	7.740	735	
Pino palustre	8.800	4.900	785	9.310	833	
Acero	9.800	4.900	785	10.780	784	
Carpino bianco	12.700	6.860	830	13.230	882	
Castagno	9.300	4.900	686	9.800	833	
Faggio	11.650	6.170	830	11.370	882	
Frassino	13.700	4.960	830	11.700	931	
Noce	9.300	6.370	830	800	686	
Olmo	8.300	5.600	390	8.390	686	
Pioppo Euramericano		6.400	3.330	295	5.880	343
Pioppo nero	7.850	3.920	345	7.350	392	
Robinia	12.250	6.860	1.180	13.230	1.080	

Art. 12.6. Modalità di esecuzione dei lavori

Scavi, rimozioni e riporti

Scavi

Prima di procedere all'inizio delle operazioni di scavo, l'Appaltatore dovrà informarsi presso la Stazione Appaltante, la Direzione Lavori, presso gli Uffici Tecnici pubblici e presso le aziende proprietarie di reti di urbanizzazione, circa l'esistenza, sull'area oggetto dell'intervento, di manufatti, reti, tubazioni, cavidotti, pozzetti, centraline o qualsiasi altro elemento interrato; e individuarne la posizione mediante rilievi esistenti, scavi manuali di saggio o apparecchiatura elettromagnetica. L'Appaltatore, in accordo con la Direzione Lavori e la Stazione Appaltante valuterà le aree disponibili per l'accatastamento del materiale scavato ovvero si preoccuperà di individuare le discariche attrezzate in grado di accogliere quel tipo di materiale nelle quantità previste dal progetto. Dopo aver proceduto al tracciamento, l'Appaltatore inizierà le operazioni con mezzi adeguati al tipo di scavo (tempi programmati, tipologia, volume e materiale di scavo, ecc.) avendo cura di mantenere separate le diverse tipologie di materiale scavato.

In particolare, dovrà essere accantonata preventivamente tutta la terra di coltivo presente, corrispondente allo strato dei primi 30 cm di suolo, ed accatastata in cumuli di altezza non superiore a m 2. L'ulteriore materiale verrà accatastato in cumuli separati dal primo. In caso di scavi con profondità superiore a m 1,50 e scarpata di scavo con inclinazione maggiore di 1:1, la parete di scavo dovrà essere armata con una struttura metallica o in legno. La progettazione strutturale di tale manufatto sarà redatta dall'Appaltatore stessa e dovrà essere approvata dalla Direzione Lavori. 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.

Rimozioni

Prima di procedere all'inizio delle operazioni di rimozione e/o demolizione, l'Appaltatore dovrà informarsi presso la Stazione Appaltante, la Direzione Lavori, presso gli Uffici Tecnici pubblici e presso le aziende proprietarie di reti di urbanizzazione, circa l'esistenza, sull'area oggetto dell'intervento, di manufatti, reti, tubazioni, cavidotti, pozzetti, centraline o qualsiasi altro elemento interrato; lo stesso dovrà, inoltre, individuarne la posizione mediante rilievi esistenti, scavi manuali di saggio o apparecchiatura elettromagnetica. L'Appaltatore, in accordo con la Direzione Lavori e la Stazione Appaltante valuterà le aree disponibili per l'accatastamento del materiale rimosso e/o demolito ovvero si preoccuperà di individuare le discariche attrezzate in grado di accogliere quel tipo di materiale nelle quantità previste dal progetto. Dopo aver proceduto al tracciamento delle rimozioni e/o demolizioni, l'Appaltatore inizierà le dovute operazioni con mezzi adeguati all'opera (tempi programmati, tipologia, volume e materiale da rimuovere e/o demolire, ecc.) avendo cura di mantenere separate le diverse tipologie di materiale ottenuto. 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.

Rimozione della terra di coltivo

La rimozione dello strato di suolo vegetale, o terra di coltivo, corrispondente al primo strato di suolo di profondità approssimativa di cm 30, dovrà essere realizzata separatamente da tutti gli altri movimenti di terra. La terra di coltivo dovrà essere asportata da tutte le superfici interessate da costruzioni, scavi e riporti, od installazioni di cantiere, affinché possa essere conservata e riutilizzata per le opere a verde. Per evitare la compattazione del suolo, gli eventuali veicoli cingolati utilizzati non dovranno esercitare una pressione superiore a 0,40 kg/cm² e la larghezza dei cingoli non potrà essere inferiore a 500 mm. La terra di coltivo non potrà essere rimossa nell'ambito delle radici di alberi da conservare. Durante la rimozione, la terra di coltivo non potrà essere mescolata con materiali estranei, soprattutto se dannosi per le piante.

Accatastamento della terra di coltivo

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. In alternativa, nel caso di stoccaggi prolungati, i cumuli verranno seminati con miscugli di semente a prevalenti leguminose.

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. Per ogni albero sarà da effettuarsi un riporto di terra di coltivo pari al volume della buca di impianto di m.1,00 x m 1,00 x m 1,00 secondo le indicazioni dei documenti di progetto. Per ogni arbusto e piantina forestale sarà da effettuarsi un riporto di terra di coltivo pari al volume della buca di impianto di m.0,40 x m 0,40 x m 0,40 secondo le indicazioni dei documenti di progetto.

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 normative vigenti.

Opere di ingegneria naturalistica

Inserimento di talee

Le talee di salice verranno prevalentemente prelevate da selvatico in periodo di riposo vegetativo, e messe a dimora nei giorni immediatamente successivi. Verranno inserite nella localizzazione concordata con la Direzione Lavori o con il tecnico Agronomo o Forestale appositamente incaricato nel caso in cui la Direzione Lavori non sia rappresentata dalle suddette figure professionali. Tale ubicazione sarà conforme alle indicazioni degli elaborati progettuali. Le talee verranno conficcate direttamente nel terreno per almeno 3/4 della loro lunghezza, facendo attenzione di lasciare la parte apicale verso l'alto.

Opere a verde

Messa a dimora di piantine forestali

La messa a dimora delle piantine forestali verrà realizzata come di seguito specificato:

L'accatastamento delle piante in cantiere dovrà avere un tempo massimo di 48 ore. Si dovranno evitare sia l'essiccazione sia il surriscaldamento. Le piante dovranno essere accatastate in un luogo il più possibile ombroso e dovranno essere sufficientemente bagnate. Se si supererà il tempo massimo di accatastamento di 48 ore, senza che sia possibile procedere all'impianto nella stazione definitiva, si dovrà procedere all'impianto in una stazione provvisoria. La stazione provvisoria dovrà essere realizzata in luogo ombroso e riparato dal vento, protetto dal ristagno d'acqua e le inondazioni.

Le piante dovranno essere impiantate separatamente per specie e dimensione. Ciascuna pianta dovrà essere collocata, di norma, in una buca appositamente predisposta (dimensioni minime cm 40 x 40 x 40), con le radici completamente circondate 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 dovrà avere una struttura sciolta, eventualmente migliorata. Le piante in contenitore potranno essere trapiantate in qualsiasi periodo dell'anno sebbene l'impianto nel periodo di riposo vegetativo (dal primo autunno alla primavera escludendo i periodi di gelo) risulterà essere, sempre, il periodo ottimale. I contenitori, se di tipo tradizionale (terracotta, plastica, ecc.) dovranno essere rimossi ed allontanati.

Prima della messa a dimora delle piante e dopo la lavorazione del suolo, sulla base dei disegni di progetto, l'Appaltatore dovrà realizzare la picchettatura delle aree omogenee di piantagione, ottenendone l'approvazione da parte della Direzione Lavori. Nello scavo, la terra di coltura dovrà

essere separata dall'altra terra ed inserita successivamente nell'ambito delle radici principali delle piante. Il materiale proveniente dagli scavi, non riutilizzabile a giudizio della Direzione Lavori, dovrà essere allontanato dal cantiere a cura e spese dell'Appaltatore e sostituito con terra adatta. 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 interrato 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.

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. 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 Direzione Lavori. Dopo l'impianto, si dovrà innaffiare ogni pianta con un quantitativo d'acqua pari a:

- piante arbustive: da 1 a 3 litri/giorno;
- piante arboree: da 5 a 15 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. Tutti gli alberi dovranno essere dotati di elemento di protezione (shelter) e di disco pacciamante. Lo shelter sarà di tipo rigido, in materiale plastico alto non meno di 80 cm e largo 10 cm, fissato al terreno mediante canna di bamboo (cir. 20-22 mm, l. 1 m). Il fasciame per legare le piante agli ancoraggi dovrà resistere almeno per due periodi vegetativi ed essere durevolmente elastico, senza essere cedevole. Tutti gli arbusti dovranno essere messi a dimora con uno strato di pacciamatura.

Messa a dimora di alberi

La messa a dimora degli alberi verrà realizzata come di seguito esplicitato. L'accatastamento delle piante in cantiere dovrà avere un tempo massimo di 48 ore. Si dovranno evitare sia l'essiccazione sia il surriscaldamento. Le piante senza pane di terra potranno essere disposte in cataste alte non più di 1,5 m con le radici, una contro l'altra, coperte con terra e sufficientemente bagnate. Le piante con pane di terra dovranno essere accatastate in un luogo il più possibile ombroso, con i panni, uno contro l'altro, coperti all'esterno con terra, paglia o torba e sufficientemente bagnati. Se si supererà il tempo massimo di accatastamento di 48 ore, senza che sia possibile procedere all'impianto nella stazione definitiva, si dovrà procedere all'impianto in una stazione provvisoria.

La stazione provvisoria dovrà essere realizzata in luogo ombroso e riparato dal vento, protetto dal ristagno d'acqua e le inondazioni. Le piante dovranno essere impiantate separatamente per specie e dimensione. Ciascuna pianta dovrà essere collocata in una buca appositamente predisposta, con

le radici nude o il pane completamente circondati 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 dovrà avere una struttura sciolta, eventualmente migliorata. Le piante a foglia caduca, se a radice nuda o 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.

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

Nello scavo (cm 100 x 100 x 100), la terra di coltivo dovrà essere separata dall'altra terra ed inserita successivamente nell'ambito delle radici principali delle piante. Il materiale proveniente dagli scavi, non riutilizzabile a giudizio della Direzione Lavori, dovrà essere allontanato dal cantiere a cura e spese dell'Appaltatore e sostituito con terra adatta. 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.

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. Le piante sempreverdi non verranno potate; tuttavia, qualora richiesto dalla Direzione Lavori, verranno eliminati i rami secchi, spezzati o malformati. 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 Direzione Lavori. Dopo l'impianto, si dovrà innaffiare ogni pianta con i seguenti quantitativi d'acqua:

- 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. Tutti gli alberi dovranno essere ancorati con 1 pali verticali con ancoraggio realizzato mediante una cintura di gomma secondo le indicazioni degli elaborati di

progetto e della DIREZIONE LAVORI, tenendo conto, in particolare, della direzione del vento dominante. I pali di sostegno (tutori) dovranno resistere almeno per due periodi vegetativi; dovranno essere diritti, scortecciati e trattati in autoclave con prodotti resistenti ai parassiti; se destinati ad essere conficcati nel suolo, i pali dovranno essere appuntiti all'estremità di maggior spessore. Nelle buche predisposte per le piante, i pali verticali dovranno essere conficcati prima dell'impianto per almeno 80 cm di profondità. I pali verticali dovranno terminare ad una distanza, sotto l'attaccatura della chioma degli alberi, compresa tra 10 cm e 25 cm.

Con le piante in zolla, si dovrà evitare di conficcare i pali tutori attraverso la zolla. Le teste dei pali, dopo l'infissione, non dovranno presentare fenditure: in caso contrario, dovranno essere rifinite.

Il fasciame per legare le piante agli ancoraggi dovrà resistere almeno per due periodi vegetativi ed essere durevolmente elastico, senza essere cedevole. Il tipo di collegamento tra pianta ed ancoraggio dovrà essere tale da escludere incisioni della corteccia, durante e dopo i lavori di piantagione; il fasciame dovrà essere assicurato ai pali, in modo tale da evitare scivolamenti. A tal fine, le legature dovranno essere realizzate per mezzo di cinture di gomma od altro materiale sintetico.

E' prevista la posa di disco pacciamante alla base e di rete antirosura.

Messa a dimora di arbusti

Per la messa a dimora di arbusti e di tappezzanti risultano essere valide le norme generali descritte per l'impianto gli alberi. La buca d'impianto sarà di cm 40 x 40 x 40. I contenitori, se di tipo tradizionale (terracotta, plastica, ecc.), dovranno essere rimossi ed allontanati. Dopo l'impianto, si dovrà innaffiare ogni pianta con un quantitativo d'acqua pari a 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.

Pacciamatura

La pacciamatura potrà essere realizzata attorno ai soggetti di nuovo impianto, posizionando i residui della lavorazione del legno per un raggio di 75 cm e uno spessore minimo di 8 cm. Lo stesso tipo di pacciamatura, inoltre, verrà posizionata al disotto di tutte le aree ad arbusti con uno spessore minimo di 8 cm, ad eccezione delle aree allagabili dove non è prevista alcuna pacciamatura.

In alternativa si potrà prevedere la posa di telo pacciamante drenante. La stesura dovrà essere accurata e dovrà evitare assolutamente di cospargere materiale sulla parte aerea delle piante.

Art. 12.7. *Manutenzioni*

Opere a verde

Dal momento di ultimazione dei lavori si dovrà provvedere alle opere di manutenzione della vegetazione di nuovo impianto con un periodo minimo di un anno. Per tutte le opere a verde sarà da effettuarsi la manutenzione ordinaria e straordinaria dall'impianto fino al termine del periodo; in

particolare dovranno effettuarsi le necessarie irrigazioni dei prati e delle alberature e le seguenti operazioni specifiche.

Alberi, arbusti e piantine forestali

Per gli alberi, gli arbusti e le piantine forestali si dovrà provvedere, almeno tre volte l'anno, al controllo dello stato di salute delle piante, al taglio delle parti secche, alle cure localizzate, al controllo e ripristino del tornello, della pacciamatura, e della conca per il trattenimento dell'acqua, pulizia manuale dalle infestanti, ripristino dei pali tutori e controllo dei legacci per alberi ed arbusti sviluppati, riposizionamento e ripristino degli shelter e dei dischi pacciamanti per le piantine forestali. Nel caso siano necessarie concimazioni localizzate, esse dovranno essere effettuate con concimi, adatti alle specie considerate, ripartiti uniformemente nella zona di espansione delle radici. Il tipo e la quantità dei concimi, nonché le modalità ed i tempi di applicazione, saranno di volta in volta prescritti dalla Direzione Lavori o da un tecnico Agronomo o Forestale appositamente incaricato nel caso in cui la Direzione Lavori non sia rappresentata dalle suddette figure professionali.

Le potature saranno previste solo come eliminazione di rami secchi. Esse saranno effettuate con un taglio netto e rifilato eseguito con utensili affilati e disinfettati (soluzioni con sali di ammonio quaternari). Se le precipitazioni naturali non saranno sufficienti, dovrà essere assicurata la distribuzione dell'acqua (nelle dosi sufficientemente necessarie) ogni 10 giorni, fino a che gli alberi non avranno dimostrato indipendenza dagli interventi irrigui. Dovranno essere controllate, inoltre, le manifestazioni patologiche provvedendo alla tempestiva eliminazione del fenomeno onde evitarne la diffusione e rimediare ai danni accertati. Gli interventi dovranno essere preventivamente concordati con la Direzione Lavori.

Prato

I lavori di manutenzione comprenderanno tutte le prestazioni, subito dopo la semina e per tutto il periodo di garanzia, necessarie per raggiungere uno stato idoneo del prato. Dovranno essere realizzati il controllo dello stato di salute, l'eliminazione delle specie infestanti, la difesa fitosanitaria, gli interventi di risemina di eventuali fallanze, le concimazioni primaverili ed autunnali, nonché un intervento di arieggiamento e trasemina ogni due anni. La Direzione Lavori potrà ordinare, tuttavia, misure integrative, in relazione al tipo di prato, al decorso delle condizioni atmosferiche, alle caratteristiche dello strato di suolo vegetale ed alla disponibilità di sostanze nutritive. Se le precipitazioni naturali non saranno sufficienti, dovranno essere assicurate quattro dosi di acqua alla settimana, ciascuna da 5 l/m², finché il prato non sia cresciuto, ed 1 o 2 dosi di acqua alla settimana, complessivamente da 20 l/m², dopo la crescita. L'acqua dovrà essere distribuita in gocce il più piccole possibile.

Il prato dovrà essere sfalciato di regola n. 6 volte l'anno sebbene potrà essere deciso diversamente, dalla Direzione Lavori, in funzione del tipo di fruizione e della particolare composizione del tappeto erboso. L'altezza dell'erba non potrà essere ridotta a meno di 5 cm. Per il taglio potranno essere usati solo apparecchi che non lasciano tracce permanenti nel tappeto erboso. L'erba tagliata dovrà

essere di regola immediatamente allontanata. L'Appaltatore sarà tenuta a sostituire ogni superficie erbosa che presenti una crescita irregolare o difettosa delle essenze prative oppure che sia stata giudicata, dopo tre sfalci, insufficiente dalla Direzione Lavori.

Pacciamatura

Tutta la superficie pacciamata dovrà essere controllata annualmente e se necessario reintegrata e distribuita al fine di ottenere una superficie smossa ed uniforme.

Art. 12.8. Garanzia dell'attecchimento

L'Appaltatore si dovrà impegnare a dare una garanzia di attecchimento del 100% su tutte le piante. Durante tale "periodo di garanzia", l'Appaltatore è tenuto ad effettuare tutte le operazioni di manutenzione utili per conservare le opere a verde nello stato migliore.

Per attecchimento, di un albero o arbusto (forestale e non) 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. L'attecchimento si intenderà avvenuto al termine di un anno a decorrere dall'inizio della prima vegetazione successiva alla messa a dimora. Tutto il materiale vegetale dovrà avere una garanzia di sostituzione per tutto il periodo di attecchimento: tale garanzia di sostituzione sarà valida per le piante morte e per le piante che dovessero deteriorarsi gravemente durante tale periodo. In caso di morte ripetuta delle piante, la sostituzione dovrà essere effettuata ogni qualvolta necessaria, fino al definitivo attecchimento. Saranno a carico dell'Appaltatore l'eliminazione ed allontanamento degli esemplari morti o malati, 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 Direzione Lavori riterrà opportune per il mancato raggiungimento degli standard di copertura previsti. La trasemina prevedrà l'arieggiamento del suolo e la semina di una quantità di semente doppia rispetto alla percentuale di copertura mancante, mentre nella risemina si effettueranno fresatura, rastrellatura, semina, rinterro del seme, concimazione e rullatura superficiale nelle modalità descritte in precedenza. Tutte le garanzie verranno estese fino alla ultimazione dei lavori qualora essa avvenga dopo i termini previsti. Alle forniture, messe a dimora e formazioni di prato effettuate per sostituzione si applicheranno le medesime condizioni di garanzia previste a partire dalla data della loro messa a dimora o formazione. Qualora gli interventi prevedranno la manutenzione per un anno delle opere a verde, la garanzia di attecchimento verrà estesa a tutta la durata della manutenzione stessa.

ART 13. TUBAZIONI E PEZZI SPECIALI

Art. 13.1. Tubazioni in Pead

13.1.1. Riferimenti normativi

Le tubazioni in PEAD dovranno rispettare i requisiti di cui alle norme:

- UNI EN 12201-1:2012 – Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua, e per scarico e fognature in pressione - Polietilene (PE) - Parte 1: Generalità
- UNI EN 12201-2:2013 – Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua, e per scarico e fognature in pressione - Polietilene (PE) - Parte 2: Tubi
- UNI EN 12201-3:2013 – Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua, e per scarico e fognature in pressione - Polietilene (PE) - Parte 3: Raccordi
- UNI EN 12201-7:2014 – Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua, e per scarico e per fognature in pressione - Polietilene (PE) - Parte 7: Guida per la valutazione della conformità

13.1.2. *Caratteristiche*

Dovranno essere utilizzate tubazioni PE 100, con $\sigma=8.0$ MPa e MRS=10 MPa, destinati al trasporto in pressione di acqua grezza prima del trattamento di depurazione. La pressione nominale è indicata negli elaborati di progetto.

Il prodotto dovrà riportare per esteso il marchio di conformità, riferito alla normativa di costruzione, rilasciato da un Organismo di certificazione di parte terza accreditato secondo le norme UNI CEI EN ISO/IEC 17065:2012 e UNI CEI EN ISO/IEC 17020:2012 (certificazione di conformità di prodotto).

Le tubazioni dovranno essere prodotte da azienda dotata dei seguenti sistemi di gestione:

- Qualità secondo UNI EN ISO 9001:2015
- Ambiente secondo UNI EN ISO 14001:2015
- Sicurezza secondo BS OHSAS 18001:2007

I giunti per tubazioni in polietilene saranno eseguiti per saldatura. Le testate dei tubi saranno preparate controllando l'ortogonalità dello smusso rispetto all'asse del tubo ed eventualmente procedendo alla loro rettifica. Lo smusso va quindi ripulito con carteggiatura badando a non riscaldare troppo il polietilene.

Il tubo in polietilene per le fognature interrate a gravità o in pressione verrà giuntato con saldatura testa a testa e collaudato con una pressione pari a quella nominale del tubo stesso. Le saldature vanno eseguite da personale specializzato e con attrezzature idonee.

Art. 13.2. *Tubazioni in acciaio inossidabile AISI 304L*

13.2.1. *Riferimenti normativi*

Dovranno essere utilizzati tubazioni e raccordi in acciaio inossidabile AISI 304L senza saldature per impieghi a pressione, conformi alla norma UNI EN 10216-5:2014.

13.2.2. *Caratteristiche*

Per le tubazioni immerse nei liquidi, o esterne ma nei limiti dei manufatti in c.a. (non interrate), è previsto l'impiego dell'acciaio inossidabile X 2 CrNi 1811 AISI 304L spessore minimo 2 mm, con decapaggio meccanico o chimico finalizzato ad evitare la formazione di fenomeni corrosivi localizzati, corrosioni "sotto schermo".

I sistemi meccanici di decapaggio possono eseguirsi con sabbia silicea, corindone, oppure con sfere di vetro o di acciaio inossidabile.

Quando la quantità di scaglia è di considerevole spessore e risulta molto aderente alla superficie metallica si procederà con uno o più cicli di decapaggio anche con metodologie diverse (meccanici, più energici, e chimici).

Nel caso non si potesse eseguire il trattamento in bagno oppure si volesse decapare solo una parte del componente, per esempio nel caso delle saldature, è possibile adottare delle "paste decapanti" applicate a freddo sulle zone da decapare.

La rimozione della pasta avviene con un lavaggio in acqua dopo un tempo di applicazione, che è funzione del tipo di pasta e del tipo di scaglia da asportare.

Per scongiurare le conseguenze della contaminazione su lamiere, nastri e, più in generale, su tutti i manufatti realizzati in acciaio inox è necessario procedere alla passivazione.

Il trattamento "passivante" avrà lo scopo di ripristinare lo strato passivo degli acciai inossidabili ed eliminare tracce di metalli meno nobili (tipicamente ferro) o di depositi vari evitare corrosioni da "pitting" (vaiolatura) e da "crevice" (interstiziale).

Il trattamento di passivazione in cantiere dovrà essere adottato in tutti i casi in cui l'acciaio inossidabile sia stato lavorato con utensili che abbiano precedentemente lavorato metalli meno nobili (mole che abbiano agito sul ferro); oppure siano venuti a contatto con semilavorati o con strutture in acciaio al carbonio (stoccaggio di lamiere inox a contatto con lamiere di ferro, colaticci di strutture in ferro sull'inox, ecc.).

Tale trattamento può essere effettuato sull'intera superficie del manufatto, utilizzando opportuni bagni, oppure localmente (ad esempio su una parte contaminata di un componente) per mezzo di apposite paste passivanti reperibili normalmente in commercio.

Dopo il trattamento di decontaminazione è necessario procedere ad un accurato lavaggio in acqua, in modo tale da eliminare ogni traccia di soluzione acida.

La giunzione saldata può essere eseguita sia ad arco elettrico che ossiacetilenica per diametri minori di 100 mm, mentre deve essere solamente ad arco elettrico per diametri superiori a i 100 mm.

La giuntura dei tubi, a saldatura autogena con barrette di acciaio dolce cotto, dovrà essere eseguita da operatori particolarmente esperti ed in modo da evitare irregolarità e sbavature del metallo di riporto.

Il cordone di saldatura deve avere uno spessore almeno uguale a quello del tubo, di larghezza costante, senza porosità e senza altri difetti.

I cordoni di saldatura devono essere eseguiti in modo da compenetrarsi completamente nel metallo base lungo tutta la superficie di unione, la superficie di ogni passata (ne occorrono almeno due) prima di eseguire quella successiva, deve essere ben pulita e liberata di scorie mediante leggero martellamento ed accurata spazzolatura.

Le saldature di testa potranno essere effettuate solo con tubi non ovalizzati, e saranno eseguite con bordi posti a leggera distanza per spessore dei tubi minori di 3,5 mm, oppure con bordi smussati con preparazione a V per spessori superiori ai 3,5 mm.

L'Impresa Appaltatrice dovrà fornire al Committente tutti i dati relativi al tipo di elettrodi impiegati, numero di passate e prove effettuate sulle saldature, nonché ad effettuare controlli con ultrasuoni o radiografici se e quando richiesti.

Per tubi a flangia si adotteranno guarnizioni esclusivamente di tela gommata con spessore di mm 3 in un solo pezzo ed in un solo strato.

Sono ammesse le flange ridotte con spessore non inferiore a 6 mm.

Per altri tipi di giunzione, se autorizzati dalla D..LL., si seguiranno le prescrizioni dettate dal fabbricante.

Sono assolutamente vietate giunzioni saldate o che portino a contatto diretto acciai inossidabili con acciai di diversa natura.

Nel caso di tubazioni sostenute da zanche di ancoraggio alla muratura queste dovranno essere dello stesso acciaio inossidabile della tubazione o in alternativa si procederà all'isolamento della tubazione della zanca per mezzo di guarnizioni o in altro materiale, in ogni caso con l'approvazione della Direzione Lavori.

Nel caso di giunzioni a flangia di tubazioni esterne, le teste delle tubazioni saranno collegate, per la messa a terra, con un ponticello elettrico.

Gli innesti tra le due tubazioni dovranno esser previsti in modo che l'angolo minore formato dall'intersezione degli assi delle stesse abbia un valore < di 45°.

Art. 13.3. Tubazioni in PEAD per cavidotti interrati

Per i cavidotti interrati verrà utilizzata una tubazione in PEAD corrugata a doppia parete, con manicotto di giunzione. La parete interna liscia consente l'infilaggio dei conduttori limitando al minimo l'attrito sulla superficie del tubo, mentre quella esterna è corrugata per conferire una notevole flessibilità al prodotto che può sopportare un raggio di curvatura pari o superiore a 15 volte il suo diametro esterno.

Il diametro interno del cavidotto dovrà essere pari ad almeno 1,5 volte il diametro del cerchio circoscritto al fascio dei cavi e comunque non inferiore a 125 mm nominale esterno (110 mm interno utile).

Il giunto lineare per tubo corrugato flessibile in polietilene dovrà essere in materiale termoplastico a base di cloruro di polivinile e/o in polietilene ad alta densità per l'esterno ed a bassa densità per l'interno. Il diametro interno di tale componente dovrà essere tale da garantire l'infilaggio del tubo da giuntare.

Il giunto dovrà essere conforme alle norme CEI EN 50086-1-2-4/A1 ed in particolar modo ai requisiti richiamati al punto 10.2.5 della norma CEI EN 50086-2-4/2A1; con l'applicazione di una forza di 450N il diametro interno del tubo deve risultare contenuto entro il 5% del diametro originale.

I tubi dovranno riportare in posizione visibile ed inalterabile il Contrassegno del fabbricante e il Marchio IMQ, CE od equivalente.

I tubi e i giunti dovranno essere conformi alla norma CEI EN 61386.

ART 14. POSA IN OPERA DELLE TUBAZIONI

Art. 14.1. Tracciamenti e scavi

Prima della posa delle tubazioni, l'Impresa procederà al ricontrollo del tracciamento e dei capisaldi dei condotti secondo i profili altimetrici e planimetrici di progetto, approvati dalla Direzione Lavori e con le varianti che potranno essere disposte dalla Direzione Lavori stessa.

Le condutture dovranno risultare rettilinee ed a pendenza costante fra vertice e vertice.

L'Impresa procederà quindi, con l'ausilio di stadie, canne graduate e livello a cannocchiale, al picchettamento dei vertici e dei tratti rettilinei della tubazione sul fondo degli scavi.

Con riferimento a detti picchetti verrà ritoccato e perfettamente rettificato il fondo dello scavo, predisponendo ove previsto, l'eventuale aggettamento dell'acqua e l'eventuale letto di posa.

Verranno quindi predisposti trasversalmente allo scavo delle dime o delle modine di riferimento su cui verranno tracciati con precisione l'asse dell'allineamento tra vertice e vertice nonché una distanza costante sul piano di posa per il controllo delle livellette delle tubazioni.

La larghezza degli scavi, al netto delle eventuali armature, dovrà essere tale da garantire la migliore esecuzione delle operazioni di posa in rapporto alla profondità, alla natura dei terreni, ai diametri delle tubazioni ed ai tipi di giunti da eseguire; peraltro, in corrispondenza delle giunzioni dei tubi e dei pezzi speciali, da effettuarsi entro lo scavo, dovranno praticarsi nello stesso delle bocchette o nicchie allo scopo di facilitare l'operazione di montaggio. Questo senza costituire per l'Appaltatore diritto a maggiori compensi.

La trincea finita non dovrà presentare sulle pareti sporgenze o radici di piante ed il fondo dovrà avere andamento uniforme, con variazioni di pendenza ben raccordate, senza punti di flesso, rilievi od infossature (maggiori di 3 cm), in modo da garantire una superficie di appoggio continua e regolare.

Con opportune arginature e deviazioni si impedirà che le trincee siano invase dalle acque pluviali e che siano interessate da cadute di pietre, massi, ecc. che possano danneggiare le tubazioni e gli

apparecchi. Del pari si eviterà, con rinterrì parziali eseguiti a tempo debito (con esclusione dei giunti), che verificandosi nonostante le precauzioni l'inondazione dei cavi, le condotte possano riempirsi o, se chiuse agli estremi, possano essere sollevate. Di conseguenza ogni danno, di qualsiasi entità, che si verificasse in tali casi per la mancanza delle necessarie cautele, sarà a tutto carico dell'Appaltatore.

Art. 14.2. Scarico e posa delle tubazioni

Lo scarico dei tubi dai mezzi di trasporto dovrà essere effettuato con tutte le precauzioni atte ad evitare danni di qualsiasi genere, sia alla struttura stessa dei tubi, che ai rivestimenti.

L'agganciamento a mezzo gru dovrà essere eseguito utilizzando appositi ganci piatti rivestiti di gomma o a mezzo di opportune braghe di tela gommata di adeguata robustezza; in ogni caso sarà vietato l'aggancio a mezzo di cappio di funi metalliche.

Qualora lo scarico avvenisse a mezzo di piano inclinato, questo dovrà avere pendenza non superiore a 45° e tavole sufficientemente rigide e rivestite.

I tubi verranno calati nella trincea con mezzi adeguati a preservare l'integrità sia della struttura che del rivestimento e verranno disposti nella giusta posizione per l'esecuzione delle giunzioni facendo riferimento ad un filo armonico teso fra modina e modina. Nell'operazione di posa si deve evitare che entrino all'interno della condotta detriti o corpi estranei di qualunque natura o che venga danneggiata la superficie interna del tubo.

Prima di essere calati nelle trincee tutti i tubi dovranno essere puliti accuratamente all'interno dalle materie che eventualmente vi fossero depositate: saranno quindi controllati per accertare che non vi siano rotture, crepe, soffiature o camere d'aria. Ogni tratto di condotta dovrà essere disposto e allineato in modo che l'asse del tubo unisca con uniforme pendenza i diversi punti di tracciato fissati in modo da corrispondere perfettamente all'andamento planimetrico ed altimetrico del progetto.

In particolare non saranno ammesse deviazioni dall'asse o contropendenze. Nel caso che nonostante tutto questo si verificassero, l'Impresa dovrà rettificare la tubazione, compresa la rimozione del tratto già posato e ricostruirlo nel modo prescritto. Tutti i maggiori oneri derivanti da queste operazioni saranno a totale carico dell'Impresa.

Nessun tratto di tubazione deve essere posato in orizzontale. I bicchieri debbono essere rivolti verso i punti di quota maggiore. I tubi debbono essere disposti in modo da poggiare sul sottofondo previsto per tutta la loro lunghezza.

Durante la fase di posa in opera delle tubazioni il fondo dello scavo dovrà rimanere all'asciutto e non si procederà ai rinfianchi o al ricoprimento se prima la tubazione non sia stata provata idraulicamente. Durante il compattamento della sabbia o del calcestruzzo di rinfianco si dovrà assolutamente evitare di spostare il tubo dall'asse di progetto.

Ogni onere connesso alla posa in opera di tubazioni in presenza di altri servizi (sostegni provvisori, puntellamenti, cautele e rallentamenti, ecc.) è a carico dell'Impresa essendosene tenuto conto nei prezzi di elenco.

I tubi, i raccordi e gli apparecchi da impiegare, del tipo e dimensioni prescritte, dovranno avere le caratteristiche indicate nel presente Capitolato.

La posizione esatta in cui dovranno essere posti i raccordi o gli apparecchi dovrà essere riconosciuta o approvata dalla Direzione; di conseguenza resterà determinata la lunghezza dei diversi tratti di tubazione continua. Questa dovrà essere formata con il massimo numero possibile di tubi interi, così da ridurre al minimo il numero delle giunture; resterà quindi vietato l'impiego di spezzoni, ove non riconosciuto strettamente necessario per le esigenze d'impianto.

In difetto l'Appaltatore dovrà, a tutte sue spese, procedere al corretto rifacimento della tubazione rimanendo peraltro responsabile degli eventuali danni nonché delle maggiori spese per tale fatto sostenute dall'Amministrazione.

Art. 14.3. Giunzioni

Le giunzioni dovranno essere eseguite secondo la migliore tecnica relativa a ciascun tipo di materiale, con le prescrizioni e le specifiche di dettaglio indicate dal fornitore.

Le giunzioni non dovranno dar luogo a perdite di alcun genere, qualunque possa essere la causa determinante (uso, variazioni termiche, assestamenti, ecc.) e questo sia in prova, che in anticipato esercizio e fino a collaudo. Ove pertanto si manifestassero delle perdite, l'Appaltatore sarà tenuto ad intervenire con immediatezza per le necessarie riparazioni, restando a suo carico ogni ripristino o danno conseguente.

Art. 14.4. Lavaggio e disinfezione delle tubazioni

Le tubazioni da adibire a condotta di acqua potabile dovranno essere scrupolosamente sottoposte a pulizia e lavaggio, prima e dopo le operazioni di posa, ed inoltre ad energica disinfezione da effettuare con le modalità prescritte dalla competente Autorità comunale o dalla Direzione Lavori. Ove non diversamente specificato comunque, la disinfezione verrà effettuata immettendo nella condotta 20 kg di grassello di calce per ogni tratto posato di lunghezza non superiore a 500 m; l'acqua di calce sarà scaricata durante i lavaggi.

L'immissione del grassello o l'adozione di altri sistemi di disinfezione dovranno essere ripetuti tutte le volte che dovessero rinnovarsi le prove delle tubazioni, e questo senza alcun particolare compenso per l'Appaltatore.

Art. 14.5. Prova delle tubazioni

L'Appaltatore sarà strettamente obbligato ad eseguire le prove dei tronchi di tubazione posati al più presto possibile e pertanto dovrà far seguire immediatamente alla esecuzione delle giunzioni la costruzione delle murature di contrasto e di ancoraggio. Contemporaneamente dovrà disporre il rinterro parziale dei tubi nei tratti di mezzeria, curando che i giunti rimangano scoperti. Successivamente, non appena scaduti i termini di stagionatura delle murature anzi dette, dovrà attuare tutte le operazioni per l'esecuzione delle prove. Di conseguenza tutti i danni, per quanto gravi ed onerosi, che possano derivare alle tubazioni, alle trincee, ai lavori in genere ed alla proprietà dei terreni a causa di eventuali ritardi nelle operazioni suddette saranno a totale carico dell'Appaltatore.

Le prove saranno effettuate per tronchi di lunghezza media di 500 m restando però in facoltà della Direzione Lavori aumentare o diminuire tali lunghezze. Ciascun tratto da provare sarà collegato con il precedente e con il seguente mediante scatole di prova destinate a ricevere le paratoie di arresto dell'acqua.

L'Appaltatore dovrà provvedere a sue cure e spese a tutto quanto sarà necessario per la perfetta esecuzione delle prove e per il loro controllo da parte dell'Amministrazione. Dovrà approvvigionare quindi l'acqua per il riempimento delle tubazioni (anche nel caso che mancassero gli allacciamenti alla rete o a qualunque altra fonte di approvvigionamento diretto), i piatti di chiusura, le pompe, i rubinetti, i raccordi, le guarnizioni, i manometri registratori e le opere provvisorie di ogni genere. I manometri dovranno essere muniti di certificato di taratura rilasciato da un laboratorio ufficiale.

Art. 14.6. Rinterri

Per il rinterro dei cavi per la posa delle tubazioni si utilizzeranno materiali provenienti da cave di prestito regolarmente autorizzate, procurate a cura e spese dell'Appaltatore, o materiali provenienti dagli scavi, se giudicati idonei, a seconda di quanto riportato negli elaborati di progetto.

Ad una distanza di cm 20 sulla generatrice superiore della tubazione, dovrà essere posto in opera un nastro rivelatore in polipropilene di colore bleu e larghezza non inferiore a cm 40 realizzato a maglia rettangolare a fili piatti con incorporata una bandina metallica anticorrosiva onde facilitare il rilevamento della esatta posizione delle condotte interrate mediante l'utilizzo di apparecchiature elettromagnetiche.

Tale nastro rivelatore dovrà avere resistenza alla massima trazione non inferiore a Kg/m 400 ed allungamento unitario a rottura superiore allo 8% e dovrà avere inoltre applicato un nastro stampato con la scritta " ATTENZIONE - TUBO PER ACQUEDOTTO ovvero PER FOGNATURA".

Sono a totale carico dell'Impresa la eliminazione dei corpi estranei voluminosi, quali trovanti di roccia, massi, grosse pietre, ciottoli e simili, che potrebbero lesionare i manufatti durante i rinterri o, a costo avvenuto, determinare la concentrazione di carichi sui condotti.

Il rinterro sarà effettuato ricalzando i tubi lateralmente con materiale arido a granulometria fine e minuta ed avendo cura che non vengano a contatto degli eventuali rivestimenti pietre o quant'altro possa costituire fonte di danneggiamento, restando l'Appaltatore unico responsabile dei danni e delle avarie comunque prodotti alle condotte in dipendenza dei modi di esecuzione del rinterro.

Nell'eseguire i rinterri, si dovrà distinguere tra il ricalzo della tubazione, il riempimento della fossa e la sistemazione dello strato superficiale.

Il ricalzo si estende dal fondo della fossa fino ad un'altezza pari all'asse del condotto; esso deve essere sempre realizzato con sabbia o ghiaietto salvo diversa indicazione riportata nei disegni di progetto. La compattazione dovrà essere eseguita a mano, con apparecchi leggeri, contemporaneamente da ambo i lati della tubazione.

Subito dopo il ricalzo della canalizzazione seguirà il riempimento della fossa, da effettuarsi stendendo il materiale in successivi strati, di spessore tale da assicurare, con impiego di

apparecchiature scelte in relazione alla natura del materiale stesso, un sufficiente costipamento senza che la tubazione sia danneggiata.

Oltre l'altezza di 20 cm sulla generatrice superiore delle tubazioni il rinterro sarà eseguito per strati successivi di altezza non maggiore di 30 cm, regolarmente spianati e bagnati ed accuratamente costipati fino a raggiungere un peso secco dell'unità di volume $\gamma_d \geq 1,85 \text{ t/m}^3$ e questo fino al piano strada.

Resta comunque stabilito che l'Appaltatore dovrà verificare le condizioni statiche delle tubazioni in rapporto anche ai carichi ovalizzanti e pertanto lo stesso sarà l'unico responsabile degli eventuali danni che dovessero verificarsi per insufficiente ricoprimento o per mancanza od inidoneità delle protezioni.

OPERE ELETTROMECCANICHE

ART 15. FILTROCOCLEA DA CANALE PER GRIGLIATURA FINE

Funzione: grigliatura fine

Quantità: 2

ITEM: FC 01/02

Descrizione

Filtrocochea per la separazione di solidi/liquidi per installazione in canale

Costruttore e modello: SPECO WASTEMATER GCP 400 o equivalente

Caratteristiche

Portata nominale in acqua pulita:	85 l/s
Materiale carpenteria e vaglio:	AISI 304 L
Materiale spira:	AISI 304
Diametro tubo di trasporto (esterno):	219 mm
Diametro del vaglio:	400 mm
Lunghezza carico scarico:	Lc= 5000 mm
Lunghezza totale macchina:	Vedi dwg in allegato
Tipologia vaglio:	5 mm fori tondi
Portata acqua tecnica totale:	2,5 l/s 2,5 bar (5 max)
Sistema di lavaggio zona vaglio:	Incluso
Sistema di lavaggio zona tubo:	Escluso
Supporto verticale:	Incluso
Inclinazione:	35°
Sistema di compattazione con lavaggio:	Incluso
Compattazione solidi (riduzione in volume):	30 – 40 %
Livello massimo di acqua nel canale:	518 mm
Trasporto e sollevamento dei solidi:	0,18 dm ³ /s

AZIONAMENTO

Motoriduttore marca:	SPECO
Potenza installata:	1,1 kW
Tensione e frequenze:	220-240/380-420V 50Hz; 440-480V 60 Hz

Grado di protezione ed efficienza:

4 poli; IP 55; IE2

ART 16. POMPA DI SOLLEVAMENTO AL BIOLOGICO

Funzione: sollevamento portate al trattamento biologico

Quantità: 3+1R

ITEM: P 01/02/03/04

Descrizione

Elettropompa sommergibile ad elevato rendimento, con motore elettrico IP68 in classe IE3 secondo IEC60034-30.

Costruttore e modello: **SULZER XFP100C-CB1.3-PE29/4-D01*10 o equivalente**

Caratteristiche

DATI TECNICI

Potenza assorbita dalla rete	kW 3,39
Potenza nominale resa all'albero	kW 3
Tensione nominale/Fasi/Frequenza	V/fasi/Hz 400/3/50
Intensità di corrente nominale	A 6,41
Intensità di corrente allo spunto	A 36,1
Modalità di avviamento	tipo diretto
Fattore di potenza al 100% del carico	Cosfi 0,74
Fattore di potenza al 75% del carico	Cosfi 0,7
Efficienza motore al 100% del carico	% 88,44
Efficienza motore al 75% del carico	% 87,13
Numero di giri nominali	giri min ⁻¹ 1435
Grado di protezione	IP 68
Esecuzione motore	tipo antideflagrante secondo EEx dII BT4/ATEX II 2Gk
Isolamento statore	Classe H (140°C)
Sensori termici PTC nello statore per utilizzo con inverter	
Cavo schermato EMC lunghezza	m 10
Cavo elettrico sommergibile	tipo H07RN8-F7G1.5
Lunghezza	m 10
Girante	tipo ContraBlock Plus monocanale
Diametro esterno	mm 185
Passaggio libero	mm 75
Aspirazione	DN 100
Mandata	DN 100 (flangiata UNI PN16)
Peso	kg 110

PRESTAZIONI AL PUNTO DI LAVORO OFFERTO (lav) secondo ISO 9906:2012, HI

11.6/14.6 ≤10 kW

Portata al punto lavoro	m ³ /h 100
Prevalenza al punto di lavoro	m 5.99
Potenza assorbita dalla rete P1	kW 2.87
Potenza nominale resa all'albero P2	kW 2.49
Rendimento idraulico	% 66.48
Rendimento totale	% 57.64

CARATTERISTICHE E MATERIALI

Raffreddamento motore	liquido circostante e/o pompato
Sistema di protezione sovratemperatura	sensori termici bimetallici (klixon) nell'avvolgimento
Sistema di protezione umidità	motore/idraulica sensore infiltrazione in vano di separazione
Tipo di aggancio	maniglia in AISI316
Carcassa motore	ghisa grigia GG25
Corpo pompa	ghisa grigia GG25
Girante	ghisa grigia GG25
Albero motore	Acciaio inox AISI 420 (1.4021)
Viteria a contatto con il liquido	Acciaio inox AISI316
Tenuta inferiore albero	meccanica in carburo di silicio (SiC/SiC)
Tenuta superiore albero	meccanica in carburo di silicio (SiC/C)
Ciclo verniciatura	primer zincante, finitura resina epossidica bicomponente
Tipologia d'installazione	Sommersibile fissa su basamento con curva DN100
Sommergenza massima	m 20
Temperatura massima del liquido	
Pompato (in funzionamento continuo)	°C 40

Prevista per funzionamento sotto inverter

ART 17. DISSABBIATORE TIPO PISTA CON AIR-LIFT

Funzione: estrazione delle sabbie

Quantità: 1

ITEM: DIS 01

Descrizione

Dissabbiatore dinamico per l'estrazione delle sabbie che si depositano sul fondo della vasca in c.a., ottenuta immettendo aria nel tubo di adduzione che entrerà poi nel tubo di estrazione, creando un vuoto d'aria che provoca la risalita della sabbia fino al classificatore.

Costruttore e modello: FRIULANA COSTRUZIONI o equivalente

Caratteristiche

Dimensioni vasca:

diametro	mm	2000
altezza della parte cilindrica	mm	2900
altezza acqua circa	mm	2500
portata fino a	Mc./h	da 235 a 430 mc/h

Caratteristiche costruttive

idroestrattore (air-lift) DN 80
tubo ingresso aria DN 40
tubazione adduzione acqua diam. DN 40

riduttore di primaria marca nazionale con velocità in uscita giri/min. 15 c.a.

motore elettrico Kw 0,75 V220/380 - Hz 50 - Forma costruttiva B5 - protezione IP 55

Descrizione generale

L'equipaggiamento del dissabbiatore è costituito da un agitatore a pale fissato al corpo centrale tubolare, il quale ruota attorno al tubo concentrico dell'air-lift

Il cilindro che trasmette il moto all'agitatore è sostenuto assialmente e radicalmente da un cuscinetto di base azionato da ruota dentata (calettata al riduttore r 1:3)

La parte motrice è montata su piastra di base fissata alla passerella del dissabbiatore

I tubi dell'aria e dell'acqua sono incorporati nel corpo centrale e sono parte integrante della fornitura fino alla sommità del dissabbiatore dove sono già predisposti gli attacchi per i collegamenti rispettivamente al compressore ad alla rete idrica.

Esecuzione in Aisi 304 per le parti immerse.

Bulloneria in acciaio inox A2

ART 18. CLASSIFICATORE SABBIE

Funzione: separatore delle sabbie estratte dal dissabbiatore

Quantità: 1

ITEM: CS 01

Descrizione

Il classificatore per sabbie è costituito da una coclea inclinata con una grande tramoggia di carico completa di flangia di ingresso e uscita per i liquidi, una spira senza albero interno alloggiata in un truogolo, una bocca di scarico per i solidi e una motorizzazione montata allo scarico. L'acqua da trattare passa attraverso la bocca di carico del classificatore e viene immessa nella tramoggia di decantazione dove avviene la sedimentazione delle particelle. La bassa velocità di rotazione della coclea favorisce la sedimentazione e la successiva estrazione del materiale drenato dalla bocca di scarico superiore.

Costruttore e modello: SPECO WASTEMATER GRITSEP® DS 400 o equivalente

Caratteristiche

La resa della macchina permette una separazione fino al 90% della sabbia avente granulometria maggiore o uguale a 200 µm e densità maggiore di 2,65 Kg/dm³. Tale valore si riferisce a sabbia in acqua pulita.

Portata materiale:	5 l/s (18 m ³ /h)
Potenzialità estrazione sabbie:	0,22 m ³ /h
Materiale carpenteria e bulloneria:	AISI 304 L

Materiale barre di strisciamento:	AISI 304 L
Materiale spira:	AISI 304
Diametro dell'elica:	185 mm
Altezza di scarico:	H= 1452 mm
Dimensioni barri (H x L):	8 x 30 mm x mm
Inclinazione:	30°
Piede di fissaggio:	Incluso
Tronchetto di entrata:	DN 100 PN 10
Tronchetto di uscita:	DN 150 PN 10
Volume tramoggia:	450 litri
Tramoggia:	Montata
Lavaggio sabbie (1/2"):	Incluso
Insufflaggio aria (1"):	Escluso
Portata acqua tecnica totale:	0,1 l/s 2,5 bar (5 max)
Consumo d'aria:	4 Nm ³ /h a 0,5 bar
Vaso calmieratore:	N/D
Velocità di rotazione elica:	5 rpm
Dimensioni generali:	Vedi disegno allegato

AZIONAMENTO

Motoriduttore marca:	SPECO
Potenza installata:	0,55 kW
Tensione e frequenze:	220-240/380-420V 50Hz; 440-480V 60 Hz
Grado di protezione ed efficienza:	4 poli; IP 55; IE2

ART 19. ELETTROSOFFIANTE A CANALE LATERALE

Funzione: fornire aria al dissabbiatore e al classificatore delle sabbie

Quantità: 1

ITEM: ES 01

Descrizione

Il principio di funzionamento delle macchine a canale laterale consiste nell'incrementare la pressione del gas aspirato tramite la creazione, nel canale toroidale periferico, di una serie di vortici determinati dalla spinta centrifuga del rotore alettato. Con la girante in rotazione, le palette spingono il gas in avanti e, per effetto della forza centrifuga, verso l'esterno. Ne risulta un moto elicoidale, durante il quale il gas subisce una serie di ricompresioni dovute alla forza centrifuga, con conseguente incremento lineare di pressione lungo il canale.

Costruttore e modello: MAPRO CL 17/21 o equivalente

Caratteristiche

Potenza KW 4
Tensione V 400
Giri al m' n 2850
Isolamento IP 55
Portata aria mc/h 89
Prevalenza m 4

completa di doppio silenziatore, filtro, valvola di sovrappressione, valvola di ritegno e manicotto flessibile.

ART 20. MISCELATORE SOMMERSO AD ASSE ORIZZONTALE

Funzione: tenere in sospensione le biomasse durante la fase anossica

Quantità: 2

ITEM: MIX 01A/B

Descrizione

Miscelatore sommerso equipaggiato con motore incapsulato a tenuta stagna in classe di efficienza IE3 Premium Efficiency, elica autopulente e supporto d'installazione in monofusione per l'accoppiamento al tubo quadro di guida o alla staffa di supporto.

Costruttore e modello: ABS XRW 3022 PA15/6-EC-10-BC o equivalente

Caratteristiche

Dati del miscelatore:

Tipo di installazione: su palo 60x60
Diametro dell'elica: mm 300
Numero di pale: 2
Velocità di rotazione dell'elica: rpm 969
Caratteristiche del supporto d'installazione: slitta chiusa 60x60
Peso: kg 62

Dati del motore elettrico:

classe di efficienza del motore: IE3 Premium Efficiency
Versione: standard
Potenza nominale del motore: kW 1,5
Potenza massima assorbibile dalla rete: kW 1,84
Tensione: V 400
Frequenza: Hz 50
Intensità di corrente nominale: A 3,47
Avviamento: diretto

Raffreddamento:	Liquido circostante
Grado di protezione:	IP 68
Sistemi di protezione:	sensori bimetallici di temperatura nello statore e di umidità in camera olio, nel motore e nel vano morsettiera
Casse di isolamento statore:	H
Lunghezza cavo:	m 10
<i>Materiali costruttivi:</i>	
Carcassa motore:	ghisa GG-25
Albero motore:	AISI 420
Elica:	AISI 329
Tenuta meccanica:	carburo di silicio
Supporto d'installazione:	ghisa GG-25
Viteria:	AISI 316
Verniciatura parti in ghisa:	primer zincante, finitura epossidica bicomponente 120 micron
<i>Prestazioni per ciascun miscelatore in acqua pulita:</i>	
Portata idraulica:	m ³ /s 0,15
Spinta:	N 350
Potenza assorbita dalla rete:	kW 1,42
Potenza resa all'asse:	kW 1,17
Potenza specifica di miscelazione per vasca:	W/m ³ 3,8

ART 21. SISTEMA DI AERAZIONE A PIATTELLI

Funzione: fornire l'ossigeno durante la fase aerobica

Quantità: 4

ITEM: DIF 01A/02A/01B/02B

Descrizione

Sistema di aerazione con diffusori a disco di tipo PIK300, aventi diametro esterno 336 e una superficie utile per la diffusione dell'aria di 0,06 m². Ciascun diffusore può insufflare aria in continuo compresa nel range 1,5 - 8 Sm³/h; la portata unitaria di aria massima ammissibile in condizioni di punta è pari a 10 Sm³/h.

Costruttore e modello: ABS SISTEMA CON DIFFUSORI A DISCO NOPON PIK300 o equivalente

Caratteristiche

Numero di diffusori per vasca:	134: 84+50
Numero di diffusori totali:	268
Superficie utile per la diffusione dell'aria per vasca:	m ² 8,04
Superficie utile totale per la diffusione dell'aria:	m ² 16,08
Numero di gruppi per vasca:	4
Numero di gruppi totali:	8
Portata d'aria alimentata da ciascun diffusore:	Sm ³ /h 3,01 - 4,33
Portata d'aria alimentata per vasca:	Sm ³ /h 403 - 580
Portata d'aria totale alimentata nelle vasche previste:	Sm ³ /h 806 - 1.160
Efficienza di trasferimento ossigeno in condizioni	

standard (SOTE):	% 31,06 - 30
Perdita di carico del diffusore alle condizioni operative previste:	m.c.a. 0,28 - 0,32
Diametro nominale del collettore di fondo e della flangia di connessione alla calata:	DN 80-80
Materiale collettore di fondo:	uPVC (tipo PVC 125 UNI EN 1452-2, spessore mm)
Diametro tubi porta diffusori:	DN 80 (Diam.est. = 90 mm)
Materiale tubi porta diffusori:	uPVC (tipo PVC 125 UNI EN 1452-2, spessore 3,5 mm)

Collettori di fondo di mandata dell'aria completi di tronchetto flangiato a circa 350 mm dal fondo vasca con flangia libera da collegare alla calata di alimentazione
 Collettore di chiusura ad anello DN 80 (Diam.est. = 90 mm) (per gruppi di aerazione rettangolari) in uPVC

Tubi porta diffusori forati nella parte superiore per l'alimentazione dei diffusori e tagliati a spezzoni con estremità cianfrinata per facilitare l'inserimento dei giunti di dilatazione

Supporti regolabili del tipo HPK 210 in PVC per tubazioni DN 80 (Diam.est. = 90 mm) e del tipo TPK in AISI 316 per i collettori di diametro superiore al DN 80

Giunti di dilatazione

Diffusori tipo PIK300 con valvola di non ritorno indipendente a sfera in AISI 316 pre-installati sulle tubazioni aventi le seguenti caratteristiche:

Tipologia di diffusore:	A bolle fini con membrana in EPDM
Diametro esterno del diffusore:	mm 336
Peso del diffusore:	kg 0,795
Temperatura massima ammissibile dell'aria alimentata:	°C 80
Materiale del corpo del diffusore:	Polipropilene
Materiale dell'anello di protezione della membrana:	Poliacetato (POM)
Materiale del sella di fissaggio alla tubazione:	Polipropilene

ART 22. COMPRESSORE VOLUMETRICO A LOBI

Funzione: fornitura di aria al processo biologico

Quantità: 2+1R

ITEM: BL 01/02/03

Descrizione

Compressore volumetrico a lobi per insufflazione aria in vasche di ossidazione. Inclusi cabina insonorizzante, valvola di sicurezza e silenziatore filtro in aspirazione.

Costruttore e modello: AERZEN DELTA BLOWER G5 o equivalente

Caratteristiche

Mezzo			Aria	
Portata (alle condiz. d'asp.)	Q ₁	m ³ /min	10,9	7,56
Portata (alle condiz. d'asp.)	Q ₁	m ³ /h	652	454
Portata alle condiz. standard	Q _N	Nm ³ /h	550	383
T1=273K, p1=1,013 bar, rF=0%				
Portata (massa)	m	kg/h	731	509

Densità in aspirazione	Rho ₁	kg/m ³	1,12	1,12
Umidità relativa	rH	%	75	75
Pressione di aspirazione (abs.)	p ₁	bar	1,007	1,007
Pressione di scarico	p ₂	bar	1,527	1,527
Pressione differenziale	·p	mbar	520	520
Temperatura d'aspirazione	t ₁	°C	35	35
Temperatura allo scarico	t ₂	°C	89	92
Velocità soffiatore	n _{HR}	rpm	4570	3384
Potenza assorbita all'albero	P _k	kW	13,1	9,09
Velocità motore	n _M	rpm	2924	2166
Potenza motore	P _{Mot}	kW	15	
Frequenza motore	f	Hz	49,6	37

* Calcolati utilizzando componenti di trasmissione standard Aerzen

Livello pressione sonora senza cabina ca. Lp(A) dB(A) 99
 Livello pressione sonora con la cabina ca. Lp(A) dB(A) 70

Motore elettrico IEC-standard, esecuzione: B3, , 15 kW, 2950 r/min, taglia: 160 M
 protezione IP 55, 400 V, 50 Hz,
 Produttore: WEG, classe di efficienza: IE3, completo di 3 termistori

Cabina insonorizzazione in acciaio galvanizzato e verniciato.

Cabina RAL 5001; elementi frontali RAL 7047.

Rivestimento interno fonoassorbente.

Spia visiva olio montata all'esterno cabina.

Ventola raffreddamento montata sull'albero del soffiatore: non è necessaria una seconda utenza elettrica.

Possibilità d'installazione "side by side".

Trasportabile con muletto o transpallet.

Cabina insonoriz. installaz. all'interno.

La fornitura si intende completa di:

Soffiante a lobi con rotori a tre lobi e annullamento delle pulsazioni integrato

Basamento conforme alla direttiva PED 2014/68/UE con silenziatore integrato, privo di materiale fonoassorbente, senza usura, comprensivo di valvola di non ritorno, sistema automatico di tensionamento delle cinghie grazie alla parte basculante su cui è montato il motore, non sono necessari supporti a molla, appoggiato su supporti antivibranti, non necessita di smontaggio della cabina per la manutenzione ordinaria

Valvola sicurezza R3", In acc. a PED 2014/68/UE, set: 600 mbar

Silenziatore filtro in aspirazione, materiale fonoassorbente a monte del filtro filter class G4

Connessione flessibile (ISO) con fascette, grand. nomin. 100, Ø 114,3, lato mandata

Cinghie ad alta efficienza

Previsto per funzionamento sotto inverter

ART 23. ELETTROVENTILATORE A TORRINO

Funzione: ventilazione del locale compressori

Quantità: 2

ITEM: VNT 01/02

Descrizione

Ventilatore assiale costruito e certificato in conformità alla Direttiva ATEX 94/9 CE. Sono adatti all'installazione in zona 1/21, cioè in aree o ambienti dove sia necessario garantire un elevato fattore di sicurezza contro le esplosioni, dovuti a gas (II2G) e/o polveri infiammabili (II2D/II2GD). La costruzione degli apparecchi ATEX è certificata secondo la EN 14986 (Certificato IMQ IMQ 10 ATEX 002 X). Il bocaglio ottimizzato in aspirazione riduce il rumore e aumenta l'efficienza aeraulica.

Costruttore e modello: VENTILMOTOR ET 37 o equivalente

Caratteristiche

La fornitura dovrà soddisfare almeno le seguenti caratteristiche:

- Telaio portante in lamiera d'acciaio stampato e imbutito, con ampio raggio in aspirazione. Verniciato a polveri epossipoliestiriche.
- Girante con pale a profilo alare in nylon-vetro antistatico e mozzo in fusione di lega d'alluminio. Bilanciata secondo ISO 1940.
- Rete di protezione, lato motore, in tondino d'acciaio trafilato e verniciato. Realizzata a norme UNI 12499.
- Motore asincrono trifase o monofase a norme internazionali IEC 60034, IEC 60072, IEC 60079 e/o IEC 61241, EMC 2004/108/CE, LVD 2006/95/CE, con certificati ATEX per atmosfere esplosive Categoria G gruppo II classe termica T4 protezione Exd e marcatura CE, IP 55, classe F.
Idonei ad un servizio S1 (funzionamento continuo a carico costante).
- Serranda a gravità.
- Distanziatore realizzato in lamiera verniciata a polveri epossipoliestiriche (D).
- Rete di protezione lato girante, realizzata a norme UNI EN ISO 12499 e protetta contro gli agenti atmosferici (R).
- Termostato di accensione dell'estrattore
- Portata d'aria da trattare: 3700 m³/h.

ART 24. POMPA DI RICIRCOLO NITRATI

Funzione: garantire il ricircolo dei nitrati nel biologico

Quantità: 2+1R

ITEM: P N01/02/03

Descrizione

Elettropompa sommergibile ad elevato rendimento, con motore elettrico IP68 in classe IE3 secondo IEC60034-30. Idonea al funzionamento, anche in continuo, a secco verticale o orizzontale senza necessità di mantello di raffreddamento.

Costruttore e modello: SULZER XFP150E-CB1.4-PE30/6-D05*10 o equivalente

Caratteristiche

DATI TECNICI

Potenza assorbita dalla rete	kW 3,42
Potenza nominale resa all'albero	kW 3
Tensione nominale/Fasi/Frequenza	V/fasi/Hz 400/3/50
Intensità di corrente nominale	A 6,37
Intensità di corrente allo spunto	A 46
Modalità di avviamento	tipo diretto o S/T
Fattore di potenza al 100% del carico	Cosfi 0,77
Fattore di potenza al 75% del carico	Cosfi 0,7
Efficienza motore al 100% del carico	% 87,71
Efficienza motore al 75% del carico	% 87,29
Numero di giri nominali	giri min ⁻¹ 970
Grado di protezione	IP 68
Esecuzione motore	tipo antideflagrante secondo EEx dII BT4/ATEX II 2Gk
Isolamento statore	Classe H (140°C)
Sensori termici PTC nello statore per utilizzo con inverter	
Cavo schermato EMC lunghezza	m 10
Cavo elettrico sommergibile	tipo H07RN8-F7G1.5
Lunghezza	m 10
Girante	tipo ContraBlock Plus monocanale
Diametro esterno	mm 215
Passaggio libero	mm 100
Aspirazione	DN 150 (flangiata UNI PN16)
Mandata	DN 150 (flangiata UNI PN16)
Peso	kg 170

PRESTAZIONI AL PUNTO DI LAVORO OFFERTO (lav) secondo ISO 9906:2012, HI

11.6/14.6 ≤10 kW

Portata al punto lavoro	m ³ /h 144.50
Prevalenza al punto di lavoro	m 2.74
Potenza assorbita dalla rete P1	kW 2.06
Potenza nominale resa all'albero P2	kW 1.79
Rendimento idraulico	% 55.30
Rendimento totale	% 45.08

CARATTERISTICHE E MATERIALI

Raffreddamento motore	liquido circostante e/o pompato
Sistema di protezione sovratemperatura	sensori termici bimetallici (klixon) nell'avvolgimento
Sistema di protezione umidità	sensore infiltrazione in vano di separazione motore/idraulica
Tipo di aggancio	maniglia in AISI316
Carcassa motore	ghisa grigia GG25
Corpo pompa	ghisa grigia GG25
Girante	ghisa grigia GG25
Albero motore	Acciaio inox AISI 420 (1.4021)
Viteria a contatto con il liquido	Acciaio inox AISI316
Tenuta inferiore albero	meccanica in carburo di silicio (SiC/SiC)
Tenuta superiore albero	meccanica in carburo di silicio (SiC/C)
Ciclo verniciatura	primer zincante, finitura resina epossidica bicomponente
Tipologia d'installazione	a secco verticale, sotto battente
Sommergenza massima	m 20
Temperatura massima del liquido	
Pompato (in funzionamento continuo)	°C 40

Prevista per funzionamento sotto inverter

ART 25. CARROPONTE A TRAZIONE PERIFERICA

Funzione: sedimentare i fanghi nel sedimentatore secondario e produrre un effluente chiarificato

Quantità: 2

ITEM: CARR 01A/01B

Descrizione

Travata mobile poggiate al centro su supporto rotante in acciaio ed alla periferia su carrello di trazione. La travata è realizzata con lamiera piegata a freddo rinforzata e profilati in acciaio elettrosaldati. Piano di calpestio in grigliato zincato, parapetti e fermapiede conformi alle vigenti norme di sicurezza. Larghezza passerella 700 mm. Cilindro centrale di calma sostenuto a mezzo staffe alla travata.

Supporto centrale costituito da un robusto cuscinetto reggispinta, lubrificato a grasso montato su apposita piastra di fissaggio, perni orizzontali di sostegno della travata mobile.

Collettore di distribuzione energia elettrica a 8 anelli completo di spazzole, portaspazzole e morsetti per il collegamento al motoriduttore. Esecuzione stagna con grado di protezione IP 55.

Carrello periferico di trazione costruito in lamiera d'acciaio al carbonio, completo di ruote con nucleo in acciaio e rivestimento in gomma piena, alberi porta-ruote e supporti per detti.

Equipaggiamento completo di raschia superficiale, vaschetta "scum-box", per la raccolta delle schiume e sostanze galleggianti da convogliare a mezzo tronchetto nell'apposito pozzetto all'esterno della vasca, anello deflettore paraschiuma e staffe di fissaggio. Bordo di sfioro a profilo Thompson in lamiera di acciaio inox AISI 304, completo di staffe di sostegno e accessori di fissaggio. Braccio raschiante di fondo costituito da una serie di supporti tubolari verticali incernierati alla travata mobile. Alle estremità di questi supporti sarà montata una lama a forma parabolica, poggiate su ruote, costituita da una parte in acciaio (supporto) ed una parte di usura in gomma antiacida (raschia). L'altezza della lama è regolabile per adattarla alla pendenza del fondo.

Elettropompa sommergibile ad elevato rendimento, con motore elettrico IP68 in classe IE3 secondo IEC60034-30. Idonea al funzionamento, anche in continuo, a secco verticale o orizzontale senza necessità di mantello di raffreddamento.

Costruttore e modello: SAVI o equivalente

Caratteristiche

Dati caratteristici:

- Quantità: n° 2
- Diametro interno vasca: 15,00 m
- Altre dimensioni bacino: come da opere civili
- Diametro cilindro: 2.000 mm
- Profilo Thompson: H 150 x 1,5 mm
- Paraschiuma: H 250 x 1,5 mm
- Lunghezza scum box: 600 mm
- Potenza installata: 0.75 kW
- Protezione motore: IP 55
- Isolamento classe: F
- Motoriduttore: Bonfiglioli a bagno d'olio
- Velocità periferica: 1.2 m/min

Esecuzione:

Parti immerse in acciaio inox 304 L, parti emerse in acciaio zincato a caldo.

ART 26. POMPA DI RICIRCOLO FANGHI

Funzione: ricircolare i fanghi dal sedimentatore alle linee biologiche

Quantità: 2+1R

ITEM: P F01/02/03

Descrizione

Elettropompa sommergibile ad elevato rendimento, con motore elettrico IP68 in classe IE3 secondo IEC60034-30. Idonea al funzionamento, anche in continuo, a secco verticale o orizzontale senza necessità di mantello di raffreddamento.

Costruttore e modello: **SULZER XFP150E-CB1.4-PE30/6-D05*10 o equivalente**

Caratteristiche

DATI TECNICI

Potenza assorbita dalla rete	kW 3,42
Potenza nominale resa all'albero	kW 3
Tensione nominale/Fasi/Frequenza	V/fasi/Hz 400/3/50
Intensità di corrente nominale	A 6,37
Intensità di corrente allo spunto	A 46
Modalità di avviamento	tipo diretto o S/T
Fattore di potenza al 100% del carico	Cosfi 0,77
Fattore di potenza al 75% del carico	Cosfi 0,7
Efficienza motore al 100% del carico	% 87,71
Efficienza motore al 75% del carico	% 87,29
Numero di giri nominali	giri min ⁻¹ 970
Grado di protezione	IP 68
Esecuzione motore	tipo antideflagrante secondo EEx dII BT4/ATEX II 2Gk
Isolamento statore	Classe H (140°C)
Sensori termici PTC nello statore per utilizzo con inverter	
Cavo schermato EMC lunghezza	m 10
Cavo elettrico sommergibile	tipo H07RN8-F7G1.5
Lunghezza	m 10
Girante	tipo ContraBlock Plus monocanale
Diametro esterno	mm 215
Passaggio libero	mm 100
Aspirazione	DN 150 (flangiata UNI PN16)
Mandata	DN 150 (flangiata UNI PN16)
Peso	kg 170

PRESTAZIONI AL PUNTO DI LAVORO OFFERTO (lav) secondo ISO 9906:2012, HI

11.6/14.6 ≤10 kW

Portata al punto lavoro	m ³ /h 144.50
Prevalenza al punto di lavoro	m 2.74
Potenza assorbita dalla rete P1	kW 2.06
Potenza nominale resa all'albero P2	kW 1.79
Rendimento idraulico	% 55.30
Rendimento totale	% 45.08

CARATTERISTICHE E MATERIALI

Raffreddamento motore liquido circostante e/o pompato

Sistema di protezione sovratemperatura	sensori termici bimetallici (klixon) nell'avvolgimento
Sistema di protezione umidità	sensore infiltrazione in vano di separazione motore/idraulica
Tipo di aggancio	maniglia in AISI316
Carcassa motore	ghisa grigia GG25
Corpo pompa	ghisa grigia GG25
Girante	ghisa grigia GG25
Albero motore	Acciaio inox AISI 420 (1.4021)
Viteria a contatto con il liquido	Acciaio inox AISI316
Tenuta inferiore albero	meccanica in carburo di silicio (SiC/SiC)
Tenuta superiore albero	meccanica in carburo di silicio (SiC/C)
Ciclo verniciatura	primer zincante, finitura resina epossidica bicomponente
Tipologia d'installazione	a secco verticale, sotto battente
Sommergenza massima	m 20
Temperatura massima del liquido	
Pompato (in funzionamento continuo)	°C 40

Prevista per funzionamento sotto inverter

ART 27. STAZIONE UV

Funzione: garantire la disinfezione dei liquami in uscita dall'impianto di depurazione

Quantità: 1

ITEM: UV 01

Descrizione

La stazione di disinfezione a raggi UV è costituita da uno o più moduli, dotati di lampade UV a bassa pressione ed alta efficienza.

Costruttore e modello: MONTAGNA 1 GH30X 12 SC-OR3 o equivalente

Caratteristiche

DATI DI PROCESSO

Portata massima	300	[m ³ /h]
Portata media	110	[m ³ /h]
Fluido da trattare	acqua reflua	-
Temperatura fluido	+5 ÷ +35	[°C]
Trasmittanza UV-C	≥ 60 (riferita ad uno spessore liquido di 10mm)	[%]
Solidi Sospesi	≤ 20	[mg/l]
E.Coli in ingresso all'UV	< 105	[UFC/100ml]
E.Coli in uscita dall'UV	< 5.000	[UFC/100ml]
Dose UV-C	≥ 26	[mWs/cm ²]
Potenza elettrica assorbita	3,6	[kW]

La Dose UV-C fornita (determinata secondo procedure di calcolo EPA in condizioni di portata massima e fine vita lampade) garantisce il Target fissato come riportato in tabella.

In assenza di UV Dose Control la potenza elettrica riportata in tabella rappresenta la potenza costantemente assorbita dalle lampade a regime; in presenza del sistema UV Dose Control la potenza viene modulata in un range 50-120% in funzione delle condizioni specifiche di esercizio.

La potenza elettrica a norme da garantire a carico del Cliente ai Morsetti del Quadro di Comando è pari a 5,5 kW.

CONFIGURAZIONE

Nr. canali di disinfezione	1	-
Nr. banchi per canale	1	-
Nr. Moduli per banco	1	-
Nr. tot. Moduli	1	-
Nr. lampade per Modulo:	12	-
Nr. tot. lampade:	12	-
Nr. Quadri di Potenza e Comando	1	-
Lunghezza nominale Canale:	4.000	[mm]
Larghezza nominale Canale:	230	[mm]
Altezza nominale Canale:	1.100	[mm]
Livello idrico nominale:	660 ± 25	[mm]

MODULO UV

Struttura in acciaio inox AISI 316L per l'alloggiamento delle lampade ultraviolette, dei quarzi protettivi e del relativo sistema di pulizia automatico; ogni Modulo UV, con lampade disposte orizzontalmente, viene fornito già assemblato.

I Moduli UV della linea SC-OR3 sono progettati per l'installazione in canale aperto, senza cavi a vista immersi nell'acqua e con una conformazione idrodinamica volta alla minimizzazione delle perdite di carico.

Ogni Modulo UV è provvisto di sistema di pulizia automatico dei tubi di quarzo (WCS AUT). Il sistema è di tipo meccanico pneumatico azionato da un pistone alloggiato direttamente a bordo modulo; la pulizia è operata da una serie di anelli raschiatori in teflon progettati per esercitare un serraggio efficace sulla superficie del quarzo con un'efficienza costante nel tempo indipendente dalla progressiva usura degli anelli stessi. Il WCS AUT richiede alimentazione di aria compressa.

Ogni canale di disinfezione installa una sonda di temperatura acqua alloggiata a bordo del primo Modulo UV del canale specifico. Ogni Quadro di Potenza installa una sonda di temperatura aria. Le sonde di temperatura si attivano al raggiungimento di soglie fisse di allarme operando lo spegnimento cautelativo delle lampade.

LAMPADA GH30X

Lampada UV-C ad Amalgama di mercurio di ultima generazione; **durata garantita Lampada: 16.000 ore.**

GRUPPO TRATTAMENTO ARIA

Sistema di riduzione della pressione e scarico di condensa da installare sulla linea di aria compressa destinata ai Moduli UV.

SUPPORTO MODULI UV

Staffe di sostegno dei Moduli UV realizzate in acciaio inox da intassellare nel canale di disinfezione per sorreggere e mantenere in posizione i moduli. E' prevista una coppia di staffe per ogni banco di Moduli UV; le dimensioni delle staffe sono specifiche per la configurazione prevista.

DISPOSITIVO ASTE DI LIVELLO

Dispositivo costituito da Aste di livello e relativo supporto per la gestione degli allarmi di basso livello idrico nel canale disinfezione e di alto livello. In occasione di basso/alto livello idrico, il sistema opera lo spegnimento cautelativo del Modulo UV. E' presente un dispositivo per ogni canale di disinfezione previsto.

DISPOSITIVO TEMPERATURA FLUIDO

Dispositivo costituito da una sonda di temperatura e relativo supporto per la gestione dell'allarme di sovratemperatura fluido nel canale disinfezione; il sistema opera lo spegnimento cautelativo del Modulo UV. E' presente un dispositivo per ogni canale di disinfezione previsto.

CANALE UV PREFABBRICATO

Canale di disinfezione prefabbricato realizzato in acciaio inox provvisto di connessioni idrauliche flangiate di ingresso/uscita. Il canale è comprensivo di copertura di sicurezza e stramazzo di regolazione del livello idrico.

COMPRESSORE

Compressore per l'alimentazione di aria compressa a servizio del sistema di pulizia automatica del Modulo UV.

UVS PRO

Sistema di monitoraggio dell'emissione ultravioletta in accordo con OENORM M5873; il sistema è composto da sensore selettivo alla lunghezza d'onda di 254 nm, supporto di fissaggio al Modulo UV ed interfaccia interna al PLC per la visualizzazione della lettura UV a video. La logica gestionale della stazione UV si arricchisce di preallarme ed allarme di basso irraggiamento ultravioletto ed il segnale 4-20mA di lettura UV, restituendo al gestore un feedback sul processo di disinfezione.

ART 28. ISPESSIMENTO DINAMICO

Art. 28.1. Miscelatore dinamico e ispessitore dinamico a tamburo rotante

Funzione: realizzare un efficace ispessimento dei fanghi

Quantità: 1

ITEM: ID 01

Costruttore e modello: ECOMACCHINE EM ID8020-M1F 800x200 o equivalente

Principio di funzionamento

Il processo di separazione può sinteticamente essere suddiviso nelle seguenti fasi:

Omogeneizzazione iniziale.

Il fango viene pompato nel miscelatore, realizzato in acciaio e dotato di un corpo cilindrico e di una girante motorizzata in grado di miscelarlo intimamente con la soluzione di polielettrolita. In tale modo si ottiene una sospensione di fiocchi in grado di cedere rapidamente l'acqua libera sul telo filtrante.

Drenaggio a gravità

Il fango mescolato, convogliato da un tubo, è forzato ad attraversare tutta la lunghezza del buratto, a contatto con il telo filtrante, per raggiungere la bocca d'uscita. Grazie alla rotazione del tamburo, un'ampia zona filtrante, che viene continuamente mantenuta pulita da un sistema di lavaggio, viene a contatto con il fango mescolato. Ciò permette all'acqua, separatasi grazie all'azione del polielettrolita, di filtrare attraverso la tela.

Lavaggio

È costituito da una rampa dotata di ugelli, la cui pulizia è effettuata mediante una spazzola azionabile a macchina in marcia. Tutto l'insieme è alloggiato in un'opportuna vasca a tenuta in modo da impedire l'effetto aerosol.

La concentrazione del fango in uscita può essere regolata cambiando:

- a) la quantità di polielettrolita nella soluzione;
- b) la velocità di rotazione del buratto;
- c) la pressione del flusso di lavaggio del telo.

Dati tecnici e dimensionali

Portata nominale fango in ingresso esercizio:	m ³ /h 20
Concentrazione fango in ingresso:	% 0.6-0.8
Portata fango in uscita:	m ³ /h 2-2.6
Concentrazione fango in uscita:	% 4-6
Portata acqua di lavaggio:	m ³ /h 3
Portata totale acqua di scarico con acqua lavaggio:	m ³ /h 21
Diametro miscelatore:	mm. 600
Altezza del miscelatore:	mm. 1000

Volume del miscelatore:	litri. 200
Diametro tamburo filtrante:	mm. 800
Lunghezza tamburo filtrante:	mm. 2000
Velocità del tamburo filtrante:	RPM 3-16
Potenza installata miscelatore:	kW 0.75
Potenza installata tamburo:	kW 0.55
Fattore di servizio:	f.s. 1,8
Protezione dei motori:	IP 55
Classe di isolamento:	F

Descrizione dei principali componenti

Miscelatore a giri variabili e vasca in lamiera elettrosaldata.

Tamburo filtrante rotante, supportato da cuscinetti orientabili (senza ruote di sostegno) e corredato di tela filtrante in poliestere termorestringibile.

Gruppo di lavaggio del telo con ugelli pulibili dall'esterno mediante volantino. Elettrovalvola di intercettazione dell'acqua di lavaggio.

Materiali costruttivi

Miscelatore:	AISI 304
Vasca e tamburo:	AISI 304
Rampe di lavaggio:	AISI 304
Bulloneria;	AISI 304
Tela:	poliestere
Struttura di sostegno:	acciaio protetto con ciclo di verniciatura epossidica, spessore 150 micron

Art. 28.2. Pompa di lavaggio teli

Funzione: lavaggio teli della zona filtrante del tamburo dell'ispessitore dinamico

Quantità: 1+1R

Caratteristiche

fluido pompato:	acqua di pozzo
peso specifico:	kg/dcm ³ 1
portata:	m ³ /hr 4
prevalenza:	bar 6
velocità di rotazione:	rpm 2900
potenza installata:	kW 3
tensione di alimentazione:	V 400
fasi:	n° 3
frequenza:	Hz 50
numero dei poli:	n° 4
protezione:	IP55
Classe di isolamento:	F

Materiali

corpo pompa:	ghisa
girante	ghisa
tenuta	meccanica

Art. 28.3. Stazione continua di preparazione e dosaggio polielettrolita da emulsione

Funzione: garantire il dosaggio di polielettrolita all'ispessitore dinamico

Quantità: 1

ITEM: PP 01

Costruttore e modello: ECOMACCHINE EM PE-DIR o equivalente

Principio di funzionamento e descrizione

La stazione è predisposta per eseguire la preparazione in continuo della soluzione di polielettrolita. Il polielettrolita in emulsione viene dosato e miscelato in acqua tramite un miscelatore statico.

L'apparecchiatura è costituita da:

- pompa dosatrice che preleva il prodotto dai tank di stoccaggio del poli;
- miscelatore statico
- elettrovalvola acqua di dissoluzione
- flussimetro per acqua diretto
- valvole di intercettazione.

La soluzione viene normalmente preparata allo 0,2 %, ma regolando la portata del polielettrolita in emulsione e l'acqua di dissoluzione è possibile variare la % di preparazione.

Dati tecnici

Concentrazione del polielettrolita:	% 0.2
Portata della pompa dosatrice poli emulsione:	gr/h 100-2000
Portata acqua in dissoluzione:	l/h 1000-4000
Potenza installata della pompa dosatrice:	kW. 0.75

Materiali costruttivi

Miscelatore:	PVC
Tubazioni:	PVC

Art. 28.4. Pompa monovite di alimentazione digestione

Funzione: alimentare il digestore aerobico

Quantità: 1+1R

ITEM: MONO 01/02

Caratteristiche

Fluido pompato:	fango biologico ispessito
Contenuto di solidi:	% 5
Portata:	m ³ /h 4-25
prevalenza:	bar 1
velocità di rotazione:	rpm 80-400
Potenza installata:	kW 3
tensione di alimentazione:	V 400
fasi:	n° 3
frequenza:	Hz 50

numero dei poli: n° 4
protezione: IP55
classe di isolamento: F

Materiali costruttivi

rotore: acciaio al carbonio al 13% cromo indurito DIN 1.2436
statore: perbunam
parti rotanti: acciaio al carbonio al 13% cromo indurito DIN 1.2436
corpo: ghisa
tenuta: baderna o meccanica

ART 29. DISIDRATAZIONE MECCANICA

Art. 29.1. Estrattore centrifugo

Funzione: disidratare i fanghi

Quantità: 1

ITEM: EC 01

Costruttore e modello: PIERALISI MAIOR 1 HS o equivalente

Principali caratteristiche

diametro del tamburo: mm 353
lunghezza del tamburo mm 918
rapporto di snellezza 2.6
giri max tamburo rpm 4.500
forza centrifuga max x g 3.990
giri differenziali coclea rpm 1/25
potenza motore principale kW 11
avviamento motore principale mezzo convertitore di frequenza

L'estrattore centrifugo è equipaggiato con il sistema brevettato **ROTOVARIATORE**, dispositivo elettrico programmabile elettronicamente, per la regolazione continua dei giri differenziali della coclea, gestito da inverter posto nel quadro elettrico generale.

Caratteristiche rotovariatore

motore elettrico asincrono trifase
alimentazione corrente alternata
tensione nominale Volt 380
frequenza nominale Hz 50
potenza nominale kW 4
numero poli n. 4
corrente Amp 9
velocità nominale max della carcassa statore rpm 1.750
velocità nominale relativa rotore-statore rpm 2.900

Principali materiali impiegati

tamburo: AISI 414
coclea AISI 304

tubo di alimentazione	AISI 304
anelli di sfioro	AISI 304
camera di scarico liquidi	AISI 304
camera di scarico solidi	AISI 304
copertura esterna	acciaio al carbonio
struttura di appoggio	acciaio al carbonio
verniciatura corpo macchina	Blu RAL 5017
cuffie	acciaio inox

Dimensioni e peso

Lunghezza max:	mm 2377
Larghezza max	mm 1200
Altezza	mm 1457
Massa	kg 1300

Particolarità costruttive

- testata di scarico liquido e solido intercambiabili
- corpo cilindrico di contenimento del tamburo in acciaio al carbonio, in lamiera composta, a struttura tubolare chiusa, con spessore non inferiore a 8 mm
- protezione antiusura della coclea in carburo di tungsteno
- boccole di protezione intercambiabili dei fori di scarico del solido in AISI 440 temprato (60 HRC)
- dispositivo elettronico di sicurezza per la protezione dal sovraccarico solidi
- sistema di sospensione per lo smorzamento delle vibrazioni trasmesse a terra
- dispositivi per la lubrificazione automatica dei cuscinetti di banco
- sistema per il rilievo delle vibrazioni con soglia di massimo per la sicurezza di marcia
- cuffie di copertura in acciaio inox con intercapedine insonorizzante

Elevatore a coclea per evacuazione fango disidratato

spirale	acciaio inox AISI 304
albero centrale e canale	acciaio al carbonio
diametro	200 mm
passo	200 mm
lunghezza	5 m
inclinazione max	30°
potenza installata	1.5 kW
altezza max di scarico	2.3 m

Art. 29.2. *Pompa mono di alimentazione fanghi*

Funzione: alimentare l'estrattore centrifugo

Quantità: 1+1R

ITEM: MONO 03/04

Costruttore e modello: PIERALISI P 40 o equivalente

Principali caratteristiche

corpo	ghisa
rotore	acciaio inox AISI 304
statore	gomma neoprene
installazione	su basamento

potenza installata 2.2 kW
portata 2-8.5 m³/h

Art. 29.3. Stazione automatica di preparazione soluzione polielettrolita

Funzione: garantire il dosaggio di polielettrolita all'estrattore centrifugo

Quantità: 1

ITEM: PP 02

Costruttore e modello: PIERALISI FP 700 o equivalente

Principio di funzionamento e descrizione

La stazione è costituita da un serbatoio cilindrico suddiviso in due settori, accoppiato ad un assieme tramoggia, interamente realizzati in acciaio inox AISI 304.

Principali caratteristiche tecniche

- Serbatoio: diametro 0.95 m – altezza 1.38 m – capacità complessiva 0.7 m³
- Pompa monovite con corpo in AISI 316L, rotore ed albero di comando in AISI 316 Ti, statore in viton, completa di motovariatore manuale 0.25 kW, velocità 0-100 rpm, portata 0-50 l/h.
- n° 3 agitatori lenti con motorizzazione da 0.5 kW
- predisposta per eseguire la preparazione in continuo della soluzione di polielettrolita. Il polielettrolita in emulsione, viene dosato e miscelato in acqua tramite un miscelatore statico.

Pompa mono di dosaggio soluzione polielettrolita

- corpo in ghisa
- rotore in acciaio inox AISI 304
- statore in gomma neoprene
- installazione su basamento
- motoriduttore 0.75 kW
- portata 200-1600 l/h

Miscelatore fango - polielettrolita

- acciaio inox AISI 304

Misuratore di portata elettromagnetico

- misura di portata della soluzione polielettrolita
- alimentazione: 100-240VAC/24VAC/DC
- esecuzione: IP 66/67
- custodia: compatta, rivestita alu
- rivestimento: poliuretano
- elettrodi: 1.4435/316L, a punta
- uscita, ingresso: 4÷20 mA HART, impulso/frequenza uscita switch

Valvole e circuiti idraulici

ART 30. FILTRO SCRUBBER A SECCO

Funzione: garantire la deodorizzazione del locale di alloggiamento dell'ispessimento dinamico e della disidratazione fanghi

Quantità: 1

ITEM: DEO 01

Descrizione

Gli scrubber a secco sono utilizzati per applicazioni localizzate del trattamento dell'aria proveniente da zone circoscritte e localizzate. Questi prodotti sono in grado di abbattere in modo irreversibile un'ampia gamma di composti gassosi maleodoranti e/o nocivi, portandoli al di sotto della soglia di percezione dell'odore.

L'abbattimento dei gas avviene in modo irreversibile grazie ad un processo combinato di adsorbimento e assorbimento, seguito da specifiche reazioni chimiche che trasformano i gas in solidi innocui. I prodotti di reazione rimangono quindi intrappolati nei pori dei granuli, scongiurando così ogni possibilità di rilascio.

Costruttore e modello: E.T.T. DRUM DR1200/09 o equivalente

Caratteristiche

Filtro drum scrubber

Struttura a forma cilindrica in polipropilene anticorrosione, base pallettizzabile, coperchio sormontabile con guarnizione di tenuta, plenum di distribuzione dell'aria contaminata, sezione di separazione delle condense con separatore di gocce completa di valvola di spurgo, valvola di scarico del "media" esausto, ventilatore per aspirazione dell'aria, quadro elettrico pre-cablato e montato a bordo macchina.

Peso operativo: 650 kg

Diametro: 1450 mm

Altezza: 1600 mm

Portata nominale: 1200 m³/h

Ventilatore

Ventilatore centrifugo ad alto rendimento, realizzato completamente in polipropilene, protezione motori IP55, trasmissione: direttamente accoppiato, tipo di pale: rovesce, giunti antivibranti in ingresso e in uscita.

Potenza installata: 1.5 kW

Velocità di rotazione: 2900 giri/min

Rumorosità: 72 dB(A)

Campo di portata: 900-1400 m³/h

Quadro elettrico

Cassa in poliestere con oblò con grado di protezione IP55

Controporta interna dotata di sezionatore con blocco a rotazione

Salvamotore idoneo alla corrente di targa del motore

Teleruttore idoneo alla potenza richiesta

Fusibili di protezione

Inverter per la regolazione della portata del motore di aspirazione

Spie luminose di presenza tensione e inverter ok

Selettore MAN – AUTO

PLC LOGO Siemens per la programmazione del funzionamento automatico del filtro

Contatti puliti per segnalazione a distanza di marcia, arresto, anomalia
Predisposizione per comando locale o remoto a distanza
Fungo esterno per l'arresto di emergenza
Tensione 220/1/50

ART 31. STRUMENTAZIONE

Art. 31.1. Misuratore di portata elettromagnetico DN 400

Funzione: misura della portata dei liquami in ingresso alla grigliatura fine

Quantità: 1

ITEM: FIT 01

Descrizione

Misuratore magnetico di portata funzionante secondo il principio di misura della legge induttiva di Faraday. Alimentazione 220 V-50 Hz. Segnale di uscita 4-20 mA

Costruttore e modello: ENDRESS+HAUSER PROMAG L 400, 5L4C4H, DN 400 16" o equivalente

Caratteristiche

alimentazione	100-240VAC/24VAC/DC
esecuzione	IP 66/67
custodia	compatta, rivestita alu
rivestimento	poliuretano
elettrodi	1.4435/316L, a punta
uscita, ingresso	4÷20 mA HART, impulso/frequenza uscita switch
diametro nominale	400 mm

Art. 31.2. Misuratore di portata elettromagnetico DN 350

Funzione: misura della portata dei liquami in uscita dai sedimentatori secondari

Quantità: 1

ITEM: FIT 02

Descrizione

Misuratore magnetico di portata funzionante secondo il principio di misura della legge induttiva di Faraday. Alimentazione 220 V-50 Hz. Segnale di uscita 4-20 mA

Costruttore e modello: ENDRESS+HAUSER PROMAG L 400, 5L4C3F, DN 350 14" o equivalente

Caratteristiche

alimentazione	100-240VAC/24VAC/DC
esecuzione	IP 66/67
custodia	compatta, rivestita alu
rivestimento	poliuretano
elettrodi	1.4435/316L, a punta
uscita, ingresso	4÷20 mA HART, impulso/frequenza uscita switch
diametro nominale	350 mm

Art. 31.3. Misuratore di portata elettromagnetico DN 250

Funzione: misura della portata di ricircolo dei nitrati e di ricircolo dei fanghi

Quantità: 2

ITEM: FIT N01 – FIT F01

Descrizione

Misuratore magnetico di portata funzionante secondo il principio di misura della legge induttiva di Faraday. Alimentazione 220 V-50 Hz. Segnale di uscita 4-20 mA

Costruttore e modello: ENDRESS+HAUSER PROMAG L 400, 5L4C2F, DN 250 10" o equivalente

Caratteristiche

alimentazione	100-240VAC/24VAC/DC
esecuzione	IP 66/67
custodia	compatta, rivestita alu
rivestimento	poliuretano
elettrodi	1.4435/316L, a punta
uscita, ingresso	4÷20 mA HART, impulso/frequenza uscita switch
diametro nominale	250 mm

Art. 31.4. Misuratore di portata elettromagnetico DN 200

Funzione: misura della portata in arrivo dall'impianto di Bertónico

Quantità: 1

ITEM: FIT 03

Descrizione

Misuratore magnetico di portata funzionante secondo il principio di misura della legge induttiva di Faraday. Alimentazione 220 V-50 Hz. Segnale di uscita 4-20 mA

Costruttore e modello: ENDRESS+HAUSER PROMAG L 400, 5L4C2H, DN 200 8" o equivalente

Caratteristiche

alimentazione	100-240VAC/24VAC/DC
esecuzione	IP 66/67
custodia	compatta, rivestita alu
rivestimento	poliuretano
elettrodi	1.4435/316L, a punta
uscita, ingresso	4÷20 mA HART, impulso/frequenza uscita switch
diametro nominale	200 mm

Art. 31.5. Misuratore di portata elettromagnetico DN 80

Funzione: misura della portata dei fanghi di supero

Quantità: 1

ITEM: FIT F02

Descrizione

Misuratore magnetico di portata funzionante secondo il principio di misura della legge induttiva di Faraday. Alimentazione 220 V-50 Hz. Segnale di uscita 4-20 mA

Costruttore e modello: ENDRESS+HAUSER PROMAG L 400, 5L4C80, DN 80 3" o equivalente

Caratteristiche

alimentazione	100-240VAC/24VAC/DC
esecuzione	IP 66/67
custodia	compatta, rivestita alu
rivestimento	poliuretano

elettrodi	1.4435/316L, a punta
uscita, ingresso	4÷20 mA HART, impulso/frequenza uscita switch
diametro nominale	80 mm

Art. 31.6. Misuratore di portata elettromagnetico DN 40

Funzione: misura della portata dei fanghi in ingresso alla disidratazione meccanica e misura della portata dell'emulsione di polielettrolita all'ispessimento dinamico e alla disidratazione meccanica

Quantità: 3

ITEM: FIT F03 – FIT PP01 – FIT PP02

Descrizione

Misuratore magnetico di portata funzionante secondo il principio di misura della legge induttiva di Faraday. Alimentazione 220 V-50 Hz. Segnale di uscita 4-20 mA

Costruttore e modello: ENDRESS+HAUSER PROMAG L 400, DN 40 o equivalente

Caratteristiche

alimentazione	100-240VAC/24VAC/DC
esecuzione	IP 66/67
custodia	compatta, rivestita alu
rivestimento	poliuretano
elettrodi	1.4435/316L, a punta
uscita, ingresso	4÷20 mA HART, impulso/frequenza uscita switch
diametro nominale	40 mm

Art. 31.7. Misuratore di ossigeno disciolto

Funzione: misura della concentrazione di ossigeno disciolto nelle linee adibite al processo biologico ed invio segnale al PLC

Quantità: 2

ITEM: OD 01A/B

Descrizione

Sonda da processo e misuratore per la misura in continuo dell'ossigeno disciolto.

Costruttore e modello: HACH LANGE LXV416.99.20001 + LXV404.99.00551 o equivalente

Caratteristiche

Il metodo di misura si basa sulla radiazione luminescente emessa da un'apposita sostanza (luminifero) che viene eccitata dalla luce blu emessa da un LED e ritornando allo stato normale emette luce rossa. Quest'ultima viene rilevata da un fotodiode che misura il tempo necessario al ritorno allo stato di quiescenza, che è inversamente proporzionale alla concentrazione di ossigeno presente sul luminifero. L'affidabilità del sistema è garantita da una seconda sorgente luminosa (LED rosso) che ha la funzione di riferimento integrato, alternato ai flash di misura, stabilendo il tempo di riferimento sulla base del quale si calcolano i delta/tempi di misura. La tecnica di misura ottica non è soggetta a deriva in quanto non legata a consumo di elettrodi e la nuova calibrazione 3D di fabbrica garantisce misure ancora più precise per un periodo di 2 anni.

Specifiche tecniche:

Principio di misura: ottico a luminescenza

Intervallo di misura: da 0 a 20,00 mg/L (ppm) O₂, da 0 a 200% di saturazione

Accuratezza: 0-5 mg/L O₂ ±0,1 mg/L, 5-20 mg/L O₂ ±0,2 mg/L;

Temperatura: ±0,2°C

Ripetibilità: ±0,1mg/L

Risoluzione: 0,01 mg/L (ppm) O₂/0,1% di saturazione

Tempo di risposta (a 20°C): T₉₀ < 40 s, T₉₅ < 60 s

Calibrazione: di fabbrica garantita 2 anni e legata al CAP di misura

Temperatura di esercizio: da 0°C a 50°C

Temperatura di conservazione: da -20°C a 70°C (95% di umidità relativa)

Intervallo di pressione Max: 10 bar

Portata campione: nessuna portata campione richiesta

Connettore sensore: Filettatura esterna 1" NPT

Lunghezza cavo: 10 m

Materiale CAP sensore: acrilico

Materiali Corpo Sonda: CPVC, Poliuretano, Viton®, Noryl®, acciaio inossidabile 1,4404 (AISI 316L)

Grado di protezione: IP68

Dimensioni (D x L): 48,25 mm x 254 mm

Peso: 1,0 kg

Garanzia corpo sonda: 3 anni; CAP sensore: 2 anni

[CAP sensore Cod. 9021150]

Misuratore:

sc 200 a 2 canali digitali

Display: Display grafico a matrice LCD retroilluminato - Misure display: 68 mm x 48 mm Risoluzione display: 240 x 160 pixels

Dimensioni: 144 x 144 x 180 mm (5.67 x 5.67 x 7.08 pollici)

Temperatura di funzionamento: da -20° C a 60° C, 0 a 95% RH senza condensazione

Temperatura di stoccaggio: da -20° C a 70° C, 0 a 95% RH senza condensazione

Materiali: Policarbonato, Alluminio (verniciatura a polvere), Acciaio Inossidabile

Configurazioni di montaggio: a muro, con palo, su pannello

Relè: 4 contatti elettromeccanici SPDT (Classe C), 1200W, 5°

Grado di protezione: NEMA4X / IP66

Canali di misura: 2 digitali

Uscite: 2 uscite 0/4 20Ma

Alimentazione: 100/240 Vac, senza cavo di collegamento

Peso: 1.70 kg

Garanzia: 24 mesi, estendibile a 60 mesi

Art. 31.8. Misuratore di livello piezoresistivo

Funzione: misura del livello idrico nella vasca di alloggiamento delle pompe di sollevamento al biologico

Quantità: 1

ITEM: LIT 01

Descrizione

Misuratore di livello a fune, con principio di misura idrostatico. Segnale di uscita 4-20 mA

Costruttore e modello: ENDRESS+HAUSER WATERPILOT FMX21 o equivalente

Caratteristiche

membrana di processo	CERAPHIRE a tenuta stagna
tubo della sonda	316L, d= 42 mm/1.66in, mont. a filo
campo del sensore	2bar/200kPa/30psi relativo, 20mH ₂ O/67ftH ₂ O/800in H ₂ O
connessione sonda	30 m cavo, accorciabile, PE
uscita	4÷20 mA HART
guarnizione	FKM Viton

ART 32. VALVOLAME

Art. 32.1. Valvole a saracinesca in ghisa sferoidale

Funzione: valvola di esclusione

Descrizione

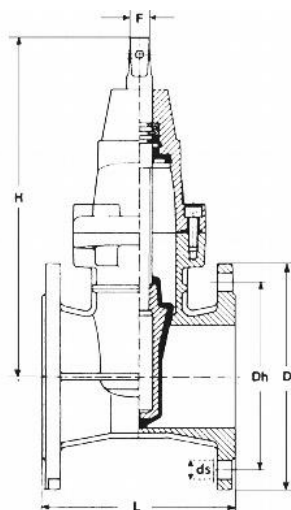
Valvole a saracinesca flangiata a corpo piatto in ghisa sferoidale (GGG40 o GGG50) con cuneo rivestito in EPDM.

Costruttore: VALVOTUBI o equivalente

Materiali

corpo – cappello	ghisa sferoidale GGG40/50, EN-GJS-400/500-15
cuneo	ghisa sferoidale GGG40/50, EN-GJS-400/500-15 rivestito EPDM
volantino	ghisa grigia GG25, EN-GJL-250
asta	acciaio inox X20 CR13
tenuta sull'albero	o-ring
guarnizione corpo-cappello	EPDM
verniciatura	epossidica 250 mcr
pressione nominale	PN 16

Dimensioni



DN	L mm	H mm	D mm	Peso kg
40	140	220	150	8
50	150	230	165	10
65	170	240	185	13
80	180	280	200	16
100	190	330	220	19
125	200	390	250	27
150	210	460	285	35
200	230	550	340	56
250	250	660	405	81
300	270	760	460	115
350	290	820	520	221
400	310	950	580	257
450	330	970	640	303
500	350	1120	715	363
600	390	1300	840	600

Art. 32.2. Valvole di ritegno in ghisa sferoidale

Funzione: valvola di ritegno

Descrizione

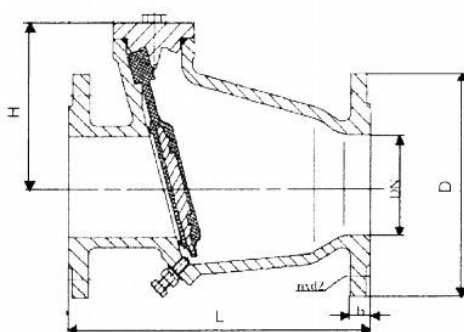
Valvole di ritegno flangiata a battente con disco rivestito in gomma NBR. Permettono il passaggio totale del flusso riducendo le perdite di carico. Il battente in gomma non necessita manutenzione ed elimina il rumore in chiusura.

Costruttore: VALVOTUBI o equivalente

Materiali

corpo	ghisa sferoidale GGG40, EN-GJS-400/500-15
cappello	ghisa sferoidale GGG40, EN-GJS-400/500-15
battente	ghisa sferoidale GGG40/50, EN-GJS-400/500-15 rivestito NBR
sede corpo	ghisa sferoidale GGG40/50, EN-GJS-400/500-15
guarnizione	NBR
verniciatura	epossidica 250 mcr
pressione nominale	PN 10/16

Dimensioni



DN	L mm	H mm	D mm	Peso kg
50	200	118	165	11
65	240	135	185	15.5
80	260	160	200	18.5
100	300	182	220	27
125	350	205	250	41
150	400	235	285	55
200	500	275	340	90.5
250	600	320	395	131
300	700	365	445	183
350	800	400	505	190
400	900	430	565	400

Art. 32.3. Giunti elastici

Funzione: compensare le vibrazioni sulle mandate delle pompe

Descrizione

I giunti elastici di gomma flangiati con modello ad onda unica sono ideali per tutte le installazioni che possono prevedere compressione o estensione assiale, flessioni laterali o angolari.

Costruttore: VALVOTUBI o equivalente

Materiali

corpo	EPDM
anello	acciaio
flange	acciaio
pressione nominale	PN 10/16

Dimensioni

DN	L mm	Compressione assiale mm	Estensione Assiale mm	Corsa Laterale mm	Corsa Angolare gradi	Peso kg
25	152	8	4	8	15°	1
32	152	8	4	8	15°	2
40	152	8	4	8	15°	2
50	152	8	5	8	15°	4
65	152	12	6	10	15°	5
80	152	12	6	10	15°	6
100	152	18	10	12	15°	8
125	152	18	10	12	15°	10
150	152	18	10	12	15°	12
200	152	25	14	22	15°	18
250	203	25	14	22	15°	25
300	203	25	14	22	15°	32
350	203	28	16	25	15°	52
400	203	28	16	25	15°	75

Art. 32.4. Valvole a farfalla wafer in ghisa sferoidale

Funzione: valvole di esclusione

Descrizione

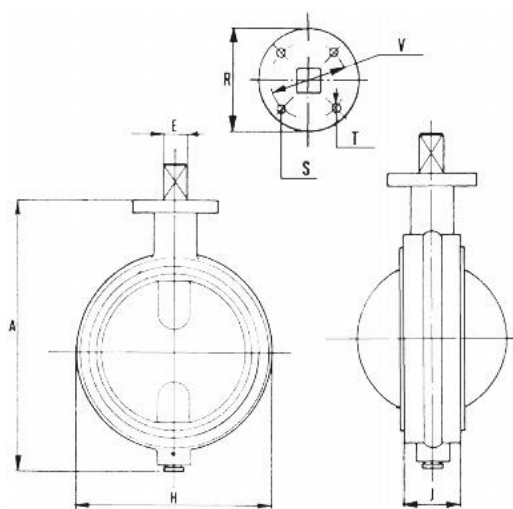
Le valvole a farfalla wafer sono di tipo centrico, costruite con disco ad asse centrale, hanno tenuta in entrambe le direzioni e non necessitano manutenzione. Il manicotto in EPDM consente l'impiego per temperature fino a 130°C

Costruttore: VALVOTUBI o equivalente

Materiali

corpo	ghisa sferoidale GGG40, EN-GJS-400-15
albero	acciaio inox X 20 CR 13
disco	ghisa sferoidale GGG40, EN-GJS-400-15
corpo rivestito	EPDM
verniciatura	epossidica 200 mcr min
pressione nominale	PN 10/16

Dimensioni



DN	J mm	H mm	A mm	Peso kg
40	33	90	154	2
50	43	102	181	2.5
65	46	122	200	4.5
80	46	135	217	5
100	52	162	252	6
125	56	194	292	9.5
150	56	220	322	11
200	60	274	383	18
250	68	330	465	20
300	78	386	530	31
350	78	447	627	48.5
400	102	510	677	64

Art. 32.5. Valvola di regolazione a fuso motorizzata DN 80

Funzione: regolazione portata dei fanghi di supero

Descrizione

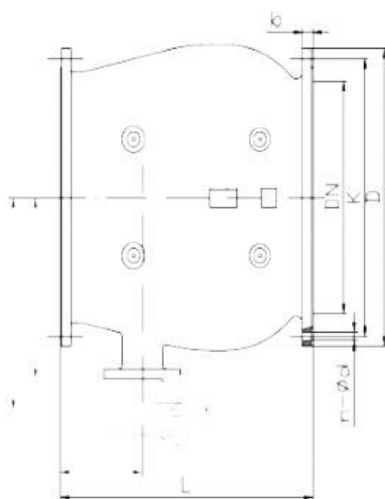
Le valvole a fuso sono impiegate principalmente per il controllo e la regolazione della portata dell'acqua nella condotta. Il movimento assiale dell'otturatore cilindrico effettua la regolazione, chiudendo la valvola nel senso del flusso. Le valvole di regolazione a fuso hanno ottime performance, silenziose, evitando il colpo d'ariete ed il fenomeno della cavitazione. Si registrano basse perdite di carico per aperture superiori al 50%, perdite di carico elevate per aperture inferiori al 40%.

Costruttore: VALVOTUBI o equivalente

Materiali

corpo	ghisa sferoidale GGG40, EN-GJS-500
otturatore	acciaio inox 304
sede di tenuta corpo	acciaio inox 304
albero di manovra	acciaio 420
guarnizioni – o ring	gomma
tappo – ogiva	acciaio inox
verniciatura	epossidica 200 mcr min
pressione nominale	PN 10÷64

Dimensioni



DN	L mm	D mm	Peso kg
80	260	200	31

Attuatore elettrico

Attuatore elettrico multigiro per modulazione portata tipo AUMA SA07.6 o equivalente

Caratteristiche attuatore

- Motore elettrico asincrono trifase. Isolamento in Classe "F" tropicalizzato. 3 termostati di protezione motore. Servizio S2-15 minuti
- Custodia: IP68 in accordo alle EN60529
- Schema di collegamento: TPA 00R1AA-101-000
- Temperatura ambiente -40 °C - +80 °C
- Protezioni anticorrosive: KS verniciatura a polvere su base poliuretanica – categoria classe C4
- Comando manuale a volantino per le operazioni di emergenza con pulsante di innesto e dispositivo automatico di disinnesto

OPERE ELETTRICHE

ART 33. SPECIFICA TECNICA QUADRI MCC

Art. 33.1. Scopo

La presente specifica ha lo scopo di definire le modalità di costruzione di quadri tipo MOTOR CONTROL CENTER 400V-50Hz.

Art. 33.2. Norme e documentazione di riferimento

I quadri nel loro complesso e nei singoli componenti saranno progettati, costruiti e collaudati in accordo con l'ultima edizione delle seguenti norme, relativi emendamenti e pubblicazioni (fascicoli) di specifiche parti, guide di calcolo e raccomandazioni:

- CEI 3.14 – “Segni grafici per schemi. Parte 2: Elementi dei segni grafici, segni grafici distintivi e segni di uso generale.”
- CEI 3.20 – “Segni grafici per schemi. Parte 8: Strumenti di misura, lampade e dispositivi di segnalazione.”
- CEI 3.24 – “Segni grafici per schemi. Parte 13: Elementi analogici.”
- CEI 3.32 – “Raccomandazioni generali per la preparazione di schemi elettrici.”
- CEI 3.33 – “Raccomandazioni per la preparazione degli schemi elettrici circuitali.”
- CEI 11-25 (1992) Calcolo delle correnti di cortocircuito nelle reti trifasi a corrente alternata (prima ediz.);
- CEI 11-26 (1992) Calcolo degli effetti delle correnti di corto circuito (prima ediz.);
- CEI 11-27 (1993) Esecuzione dei lavori su impianti elettrici a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua;
- CEI 11-28 (1993) Guida d'applicazione per il calcolo delle correnti di cortocircuito nelle reti radiali a bassa tensione;
- CEI 16.6/10- Strumenti ausiliari di misura
- CEI 17-3 (1987) Contattori destinati alla manovra di circuiti a tensione non superiore ai 1000V in corrente alternata ed a 1200V in corrente continua (terza ediz.) (parzialmente annullata dalla CEI 17-50);
- CEI 17-5 (1992) Apparecchiatura a bassa tensione. Parte 2°: interruttori automatici;
- CEI 17-8- Contattori
- CEI 17-11 (1993) Apparecchiatura a bassa tensione. Parte 3°: interruttori di manovra, sezionatori, interruttori di manovra-sezionatori e unità combinate con fusibili (terza ediz.);
- CEI 17-13/1 (1990) Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri B.T.). Parte 1°; prescrizioni per apparecchiature di serie (AS) e non di serie (ANS) (seconda ediz.);
- CEI 17-17 (1983) Apparecchiatura industriale a tensione non superiore a 1000 V in corrente alternata e 1200V in corrente continua, individuazione dei morsetti (prima ediz.);
- CEI 17-18 (1983) Apparecchiatura industriale a bassa tensione: Profilati di supporto (prima ediz.);
- CEI 17-28 (1983) Apparecchiatura industriale a bassa tensione. Marcatura dei terminali per componenti elettronici e per contatti esterni associati (prima ediz.);

- CEI 17-38 (1989) Contattori a semiconduttore (contatti statici) destinati alla manovra di circuiti a tensione non superiore a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua;
- CEI 17-43 (1992) Metodo per la determinazione delle sovratemperature mediante estrapolazione per le apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri B.T.) non di serie (ANS) (prima ediz.);
- CEI 17-44 (1992) Apparecchiatura a bassa tensione. Parte 1°: regole generali (prima ediz.);
- CEI 17-45 (1992) Apparecchiatura a bassa tensione. Parte 5°: dispositivi per circuiti di comando ed elementi di manovra. Sezione uno - Dispositivi elettromeccanici per circuiti di comando (prima ediz.);
- CEI 17-47 (1992) Apparecchiatura a bassa tensione. Parte 6°: apparecchiatura a funzioni multiple. Sezione uno - Apparecchiature di commutazione automatica (prima ediz.);
- CEI 17-48 (1992) Apparecchiatura a bassa tensione. Parte 7°: apparecchiature ausiliarie. Sezione uno - Morsettiere per conduttori di rame (prima ediz.);
- CEI 17-50 (1992) Apparecchiatura a bassa tensione. Parte 4°: contattori ed avviatori. Sezione uno - Contattori ed avviatori elettromeccanici (prima ediz.);
- CEI 17-51 (1993) Apparecchiatura a bassa tensione. Parte 6°: apparecchiatura a funzioni multiple. Sezione due - Apparecchi integrati di manovra e protezione (ACP);
- CEI 17-52 (1994) Metodo per la determinazione della tenuta al cortocircuito delle apparecchiature assiemate non di serie (ANS);
- CEI 20-14 (1984) Cavi isolati con polivinilcloruro di qualità R2 con grado d'isolamento superiore a 3;
- CEI 20-19 (1990) Cavi isolati con gomma con tensione nominale non inferiore a 450/750 V (terza ediz.). Varianti: 2;
- CEI 20-20 (1990) Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non inferiore a 450/750 V (terza ediz.). Varianti: 2;
- CEI 20-22 (1987) Prova dei cavi non propaganti l'incendio;
- CEI 20-27 (1979) Cavi per energia e per segnalamento. Sistema di designazione (prima ediz.). Varianti: 2;
- CEI 20-29 (1980) Conduttori per cavi isolati (prima ediz.) Varianti: 2;
- CEI 20-33 (1984) Giunzioni e terminazioni per cavi d'energia a tensione U_0/U non superiore a 600/1000V in corrente alternata e 750V in corrente continua (prima ediz.);
- CEI 20-38 (1987) Cavi isolati con gomma e non propaganti l'incendio e a basso sviluppo di fumi e gas tossici e corrosivi, Parte 1°: tensione nominale U_0/U non superiore a 0,6/1 kV (prima ediz.);
- CEI 20-40 (1992) Guida per l'uso di cavi a bassa tensione;
- CEI 32-1 (1988) Fusibili a tensione non superiore a 1000V per corrente alternata ed a 1500V per corrente continua. Parte 1°: prescrizioni generali (quarta ediz.);
- CEI 32-4 (1988) Fusibili a tensione non superiore a 1000V per corrente alternata ed a 1500V per corrente continua. Parte 2°: prescrizioni supplementari per i fusibili per uso da parte di persone addestrate (fusibili principalmente per applicazioni industriali) (seconda ediz.);
- CEI 41.1- Relè ausiliari e temporizzatori
- CEI 44.5 – "Equipaggiamenti elettrici di macchine industriali. Parte 1°: Norme generali."

- CEI 50-11 (1986) Prove relative ai rischi d'incendio. Parte 2°: metodi di prova 2.1 - Prova del filo incandescente e relativa guida 2.2 - Prova di fiamma con ago (prima ediz.);
- CEI 70-1 (1992) Grado di protezione degli involucri codice IP (seconda ediz.).

Art. 33.3. Dati ambientali (riferiti al locale di installazione)

Temperatura ambiente	: max +35°C
	: min. -10 °C
	: media 24 ore < 35°C
Umidità relativa	: max 90% a 40°C
Altitudine	: 52 m s.l.m.
Grado di inquinamento	: < 3

Art. 33.4. Dati elettrici

- Tensione di isolamento nominale (U_i) : 1000 V
- Tensione di funzionamento nominale (U_e) : 690 V
- Tensione di esercizio : 400 V
- Tensione di prova a frequenza industriale per 1 min.
- circuiti di potenza : 2,5 kV
- circuiti ausiliari : 2 kV
- Tensione di tenuta ad impulso
- circuiti ausiliari : 5 kV
- Frequenza : 50 Hz
- Stato dei neutro : collegato a terra (TN-S)
- Corrente nominale : vedi schemi unifilari
- Corrente di breve durata 1 sec. : vedi schemi unifilari
- Potere di interruzione degli interruttori : vedi schemi unifilari
- Tensione circuiti ausiliari
- circuito di comando : 55-0-55V 50 Hz
- circuito di segnalazione : 50-0-55V 50 Hz
- Dimensioni indicative scomparto : a cura fornitore (LxPxH)
- Grado di protezione (secondo EN60529)
- involucro esterno : IP31
- a portella aperta : IP20
- Colore involucro esterno : RAL 5015 o std fornitore
- Numero indicativo moduli massimo per scomparto : 12 (1 modulo = 152 mm)
- Grandezze cassette estraibili : 1-2-3-4 modulo
- Corrente nominale pinze cassette : 400 A

- Corrente nominale connettori contatti ausiliari : 10 A
- Accessibilità : dal fronte
- Installazione : contro parete o doppio fonte
- Entrata e uscita cavi : dall'alto o dal basso

Art. 33.5. Caratteristiche costruttive

33.5.1. Quadro

La struttura del quadro dovrà essere formata da scomparti fissi di tipo normalizzato affiancati, ognuno costituito da elementi modulari componibili e standardizzati.

Il quadro dovrà essere realizzato in esecuzione adatta per l'installazione all'interno; pertanto tutte le operazioni di comando e di manutenzione dovranno potersi effettuare solo dal fronte. La struttura di ciascuno scomparto dovrà essere di tipo autoportante, realizzato con lamiera zincata o verniciata di spessore non inferiore a 2 mm assiemata a mezzo di rivetti e bulloni. I pannelli e le porte dovranno essere realizzate con lamiera dello spessore di 2 mm.

Il grado di protezione meccanica degli scomparti sarà all'interno IP20, all'esterno IP31 (dove richiesto IP54).

Gli scomparti dovranno essere realizzati in modo da permettere eventuali futuri ampliamenti sui lati del quadro, con l'aggiunta di ulteriori scomparti.

A tale proposito, il quadro dovrà essere chiuso sui lati con pannelli di lamiera facilmente asportabili per consentire il successivo ampliamento.

Dovranno essere previste le necessarie aperture per l'ingresso e l'uscita dei cavi di potenza e ausiliari, nonché le canalizzazioni interne per il passaggio di questi ultimi.

Ciascuno scomparto dovrà essere realizzato e costituito da celle contenenti i vari componenti elettrici e meccanici come di seguito descritto, separati tra loro da lamiere di segregazione.

Nell'ambito dei vari scomparti si dovranno individuare le seguenti zone:

- Zona sbarre (riservata alle sbarre di distribuzione principale e di derivazione)
- Zona cavi (riservata ai cavi di potenza, alle connessioni ausiliari e relativi accessori)
- Zona celle (riservata alle unità funzionali partenze motori o linea contenute in cassette fissi o in celle fisse per unità funzionali di arrivo, misura, servizi ausiliari, ecc.)

Nel dettaglio le caratteristiche costruttive devono essere le seguenti:

33.5.2. Zona sbarre

Il sistema sbarre principale sarà situato nella parte superiore dello scomparto, disposto orizzontalmente ed avrà il compito di distribuire la corrente ai diversi scomparti che compongono il quadro. Dovrà essere accessibile dal fronte e sarà protetto all'interno contro i contatti accidentali da una barriera in materiale isolante trasparente. Esso dovrà essere costituito da una o più sbarre di

rame in parallelo, fissate alla struttura di sostegno tramite appositi supporti isolanti, opportunamente dimensionato per sopportare la corrente nominale e le sollecitazioni termiche e dinamiche derivate dalla corrente di corto circuito. Il collegamento del sistema sbarre principale tra scomparti adiacenti è diretto, senza l'ausilio di particolari giunti di interconnessione.

Il sistema sbarre di distribuzione sarà situato nella parte posteriore dello scomparto, e derivato dal sistema sbarre principale con il compito di distribuire la corrente alle varie unità funzionali di uscita.

Dovrà essere costituito da sbarre in rame, fissate alla struttura di sostegno tramite appositi supporti isolanti, opportunamente dimensionato per sopportare la corrente nominale e le sollecitazioni termiche e dinamiche derivate dalla corrente di corto circuito. Il profilo delle sbarre è appositamente studiato per consentire l'inserimento diretto delle pinze dei cassettei estraibili. Uno schermo di protezione, disposto su tutta l'altezza del sistema sbarre, garantirà un grado di protezione IP20 contro i contatti diretti a cassetto asportato o porta aperta.

33.5.3. Zona cavi

La zona cavi dovrà contenere le eventuali morsettiere per i collegamenti sia di potenza che ausiliari. Detta zona sarà dimensionata in modo tale da poter accogliere tutti i cavi previsti nel progetto.

33.5.4. Zona celle

La zona celle sarà accessibile dal fronte, e sarà realizzata in modo tale da poter accogliere le unità funzionali denominate 'cassetti', dimensionati a seconda della funzione e della potenza indicati sugli schemi allegati.

33.5.5. Cassetti

Le celle o cassettei saranno di tipo estraibile ed avranno portelle singole.

Le portelle porteranno i dispositivi per il comando e la segnalazione meccanica di posizione degli interruttori (ove presenti), i segnalatori luminosi.

Le celle dovranno essere realizzate in modo che con portella aperta il grado di protezione contro le parti in tensione non sia inferiore a IP20.

I cassettei dovranno essere di costruzione normalizzata, di dimensioni modulari.

L'altezza utile dovrà essere suddivisa in 12 moduli (o altezza equivalente) e ogni unità funzionale potrà occupare un numero di moduli intero da 1 a 4 per le unità in cassetto.

I cassettei dovranno contenere le apparecchiature di manovra, di protezione ed ausiliare relative ad una singola derivazione.

Opportuni interblocchi meccanici dovranno impedire l'apertura della portella a cassetto in tensione.

33.5.6. Sbarre e connessioni

Le sbarre omnibus e le sbarre di derivazione dovranno essere realizzate in piatto di rame elettrolitico. Il sistema di sbarre dovrà essere dimensionato per sopportare le sollecitazioni termiche e dinamiche. Le sbarre principali dovranno passare da uno scomparto a quello adiacente senza interposizione di diaframma.

33.5.7. Impianto di terra nel quadro

La continuità elettrica delle masse metalliche dovrà essere realizzata mediante un conduttore di protezione costituito da una sbarra di rame di sezione non inferiore a 250 mm² imbullonata alla struttura di sostegno e comprendente:

- un conduttore orizzontale, situato nella zona superiore dello scomparto, destinato alla interconnessione essa a terra delle masse metalliche dei diversi scomparti che compongono il quadro;
- un conduttore verticale, situato nella zona connessioni, opportunamente forato per consentire il collegamento agli schermi metallici o conduttori di terra dei cavi di potenza.

A questo conduttore saranno collegate anche le connessioni di messa a terra delle differenti apparecchiature e degli ausiliari installati nel quadro.

A ciascuna estremità del quadro saranno previsti e realizzati due punti di collegamento del collettore principale di terra alla rete primaria di terra dell'impianto. In particolare dovrà essere realizzata per ogni lato del quadro una piastrina in rame di sezione pari a quella del collettore principale sulla quale sarà possibile il collegamento al collettore esterno.

Il collettore principale di terra e le derivazioni dovranno essere verniciate in giallo/verde.

Tutta la struttura e gli elementi di carpenteria dovranno essere francamente collegati fra loro per garantire un buon contatto elettrico fra le parti.

Le porte ed i pannelli di chiusura dovranno essere collegati alla struttura metallica tramite treccie flessibili in rame stagnato, aventi sezione minima di 16mm².

Tutte le apparecchiature ausiliarie, di misura e protezione, dotate di morsetto di terra, dovranno essere collegate alla derivazione del circuito di terra con conduttori giallo/verde di sezione minima 2,5 mm²; tali conduttori dovranno essere conformi alle norme CEI 20-20/20-22. Per il collegamento dovranno essere adoperati adeguati terminali preisolati.

La messa a terra del telaio degli interruttori e degli interruttori di manovra-sezionatori, dovrà essere assicurata da opportune derivazioni in rame, collegate direttamente al collettore principale di terra del quadro.

Tutti i componenti principali dovranno essere collegati a terra.

33.5.8. Verniciatura

La struttura di sostegno, gli eventuali diaframmi o barriere interne e i cassette dovranno essere realizzati in lamiera zincata, mentre le coperture dell'involucro esterno, in lamiera verniciata con polvere tipo epossipoliestere termoindurente spessore minimo 50 micron.

33.5.9. Apparecchiature

Le apparecchiature principali montate nel quadro saranno adeguate alle caratteristiche di progetto.

33.5.10. Interruttori

Tutti gli interruttori dovranno essere predisposti per ricevere i gruppi previsti, inoltre dovranno essere dotati di accessori come più avanti descritto.

Gli interruttori automatici saranno dotati di sganciatori per sovracorrente su tutti i poli. In alternativa si prevederà interruttori con sganciatore magnetico accoppiati a relè termici. Gli sganciatori dovranno essere di tipo regolabile.

Si raccomanda di dimensionare i relè di protezione tenendo presente le correnti di spunto dei motori; per tale impianto, le correnti di spunto possono essere da 6 a 13 volte la corrente nominale dei motori.

33.5.11. Trasformatori per circuiti di comando

I trasformatori per circuiti di comando e segnalazione dovranno essere in esecuzione aperta e avere morsetti di ingresso e uscita con serraggio indiretto e antiallentante.

Il loro dimensionamento dovrà essere con un valore di tensione di ingresso di 230V 50Hz e la tensione secondaria di 55-0-55V 50Hz.

33.5.12. Relè ausiliari

I relè ausiliari saranno disposti in modo da consentire agevolmente l'ispezione e la eventuale sostituzione. Le caratteristiche dei contatti dovranno essere conformi alle prescrizioni delle norme CEI 17-12.

33.5.13. Trasformatori di misura

I trasformatori di tensione e corrente dovranno avere il contenitore in materiale termoplastico autoestinguente o metallico (TV), essere adatti per l'installazione fissa all'interno degli scomparti.

33.5.14. Trasformatori di corrente

I trasformatori di corrente dovranno avere le seguenti caratteristiche:

- Classe nominale di isolamento : E (IEC 85)

- Corrente nominale primaria : vedi schemi
- Corrente nominale secondaria : SA
- Corrente termica di corto circuito : vedi schemi
- Prestazione nominale : 8VA/0.5
- Frequenza nominale : 50Hz

33.5.15. *Trasformatori di tensione*

I trasformatori di tensione dovranno avere le seguenti caratteristiche:

- Classe nominale di isolamento : E (IEC 85)
- Tensione nominale primaria : 400: rad.3 V
- Tensione nominale secondaria : 100: rad.3 V
- Prestazione nominale : 10VA/0.5
- Frequenza nominale : 50Hz

33.5.16. *Apparecchiature ausiliarie, misura e accessori*

Il quadro dovrà essere completo di tutti gli apparecchi di protezione, misura e segnalazione indicati e necessari per renderlo pronto al funzionamento.

Il quadro dovrà essere completo dei seguenti accessori:

- Targhette
- Targhe di pericolo e di istruzione per l'esecuzione delle manovre
- Golfari di sollevamento
- N° 2 copie delle chiavi di blocco per ogni tipo previsto oltre a quelle montate sui quadri.

Tutti i pulsanti, le lampade e i commutatori dovranno avere un diametro di 22 mm ed essere fissati sul fronte delle porte. Tutti i relè ausiliari, i portafusibili e gli interruttori ausiliari saranno fissati su apposita guida DIN. Gli strumenti di misura saranno fissati sul fronte delle porte ed avranno dimensioni 96x96mm o 72x72mm.

Per le partenze motori saranno previste sul fronte n. 3 lampade di segnalazione rispettivamente

- Pronto marcia : bianca
- Marcia : verde
- Scatto termico : rossa

33.5.17. *Accessori*

I quadri dovranno essere completi di tutti gli accessori elettrici e meccanici per il loro perfetto funzionamento. In particolare con il 5% di morsetti

- Morsettiere BT di uscita circuiti ausiliari (sezione minima 4 disponibili)
- Morsettiere BT di uscita circuiti di misura (di tipo sezionabile, sezione minima 6 mm²)

- Marcafili
- Canaline in PVC autoestinguenti di sezione tale da contenere i conduttori di cablaggio più il 30% di scorta
- Capocorda preisolati
- Segnafili
- Targhette di identificazione apparecchiature
- Quanto altro necessario

Tutte le morsettiere dovranno avere opportune protezioni contro i contatti accidentali.

33.5.18. Cavetteria

La cavetteria da adoperare per i cablaggi sarà del tipo a norme CEI 20-20/20-22 con grado di isolamento 4 e con le seguenti sezioni:

- Circuiti di segnalazione e comando : 1,5 mm²
- Circuiti di alimentazione 55-0-55V 50Hz dei motori caricamolle : 15 mm²
- Circuiti di alimentazione 55-0-55V 50Hz : 1,5 mm²
- Circuiti amperometrici : 4 mm²
- Circuiti voltmetrici : 2.5 mm²

I conduttori dei circuiti BT dovranno essere siglati secondo quanto prescritto nella norma CEI 16-1 (1978) fascicolo 478 al punto 3.4.1°3.

Art. 33.6. Tipologia avviamento motori

33.6.1. Partenza con avviatore statico progressivo (softstarter)

L'avviatore statico progressivo dovrà avere caratteristiche non inferiori alle seguenti:

- avviamento in rampa di coppia;
- rampe di coppia per avvio ed arresto dolci regolabili da 1 a 20 secondi;
- limitazione di corrente dal 250% al 450% della corrente nominale motore (e comunque non più del 500% della corrente del calibro dell' avviatore);
- possibilità di selezionare il tipo di arresto del motore secondo differenti modalità ed in virtù del tipo di applicazione;
- possibilità di selezionare il boost di tensione all'avviamento regolabile in tensione dal 50% al 100% della tensione nominale di alimentazione;
- possibilità di determinare il livello di coppia iniziale all'avviamento da 0 ai 100% della coppia nominale motore misurata dall'avviatore.

Detto avviatore dovrà essere completo di:

- gestione automatica del contattore di by-pass (interno alla macchina);
- contattore di linea;
- individuazione, con motore a regime, di eventuali stati di sottocarico o sovraccarico;

- protezione ad immagine termica del motore integrata nell'avviatore e regolabile in funzione della classe di avviamento del motore; attiva anche in caso di by-pass dell'avviatore stesso;
- protezione termica dell'avviatore integrata nel prodotto;
- interruttore automatico magnetotermico.

L'avviatore dovrà avere la possibilità di gestione decentralizzata attraverso il collegamento di un bus di campo.

Infine, all'apparecchiatura elettronica di avviamento dovrà essere assicurata una opportuna ventilazione e dispersione di calore per evitare che si raggiungano, in qualsiasi caso, temperature superiori a quelle ammesse per le normali condizioni di servizio.

33.6.2. *Partenza con convertitore di frequenza (inverter)*

Il convertitore di frequenza (comunemente identificato come 'Inverter') deve soddisfare le seguenti specifiche:

Caratteristiche generali:

- Inverter sviluppato in conformità alle norme nazionali ed internazionali relative alle apparecchiature di controllo industriale ed alle direttive EMC sia in emissione che in immunità (da IEC801-2 a IEC801-5, VDE0160, IEC77B, IEC146-1)
- Grado di protezione minimo IP20
- Umidità relativa max 93% senza condensa o gocciolamento (IEC68-2-3)
- Terminale di esercizio e programmazione multilingue (almeno 5) in chiaro, con display minimo 6 linee di 21 caratteri integrato nel prodotto, (con possibilità di remotazione sulla porta dell'armadio elettrico con opportuno dispositivo a grado di protezione IP65).
- Possibilità di memorizzazione delle configurazioni su scheda PCMCIA.
- Memorizzazione degli ultimi 8 difetti o anomalie.
- Collegamento seriale RS485.

Caratteristiche di controllo e funzionamento:

- Interamente digitale con moduli di potenza IGBT a controllo vettoriale di tensione V.V.C e controllo ad orientamento di campo (FLUX) per carichi a coppia variabile e coppia costante (max 110% per 60sec.)
- Gradi di protezione disponibili a richiesta a seconda dei modelli: IP00 - IP20 - IP21 - IP54-IP55
- Alimentazione 3x 380-480V (+/-10%) -50/60 Hz, Cos-φ > 0.98, fatt. di pot. ≥ 0.9
- Tensione d'uscita 0-100% della tensione d'ingresso, frequenza d'uscita 0-132 Hz
- Commutazioni in uscita illimitate - Tempi di rampa 1-3600 sec.
- Temperatura massima d'esercizio senza declassamento 50°C (media nelle 24h 45°C)
- Funzioni integrate di regolatore PID (Proporzionale - Integrale - Derivativo)
- 2 ingressi analogici impostabili in tensione -10 a +10Vcc o in corrente 0/4 a 20 mA (scalabili)

- 6 ingressi digitali programmabili 0-24Vdc con logica PNP o NPN selezionabile da parametro (2 possono essere usati anche come uscite digitali)
- 2 ingressi impulsi programmabili 0-24Vdc logica positiva PNP con precisione 0.1 - 110 Khz
- 1 uscita analogica programmabile 0/4-20 mA
- 2 uscite a relè programmabili (240Vac-2 A e 400Vac-2 A)
- Set di programmazione richiamabili per mezzo di comandi esterni o tramite BUS
- Porta di comunicazione seriale RS 485 (protocollo FC) e Porta USB integrate di serie
- Protocolli di comunicazione integrati di serie FC e Modbus RTU
- Protocolli di comunicazione opzionali LonWorks-DeviceNet e Profibus
- Smart Logic Controller SLC, sequenziatore logico con 20 passi di programma programmabili, integrato di serie
- Protezione termica del motore (ETR) - protezione al corto circuito tra le fasi d'uscita e verso terra - controllo mancanza fase in ingresso ed in uscita.
- Isolamento galvanico a norme VDE0160/0106 (PELV)
- Filtro RFI integrabile in classe A1/B1 o A2 - induttanze antiarmoniche integrate di serie sul circuito intermedio - ingresso alimentazione 24 V di backup opzionale
- Tastierino LCP disponibile a richiesta tipo numerico o grafico alfanumerico, remotabile con kit opzionale
- Lunghezza max cavo motore schermato 150 m
- Lunghezza max cavo motore non schermato 300m
- Funzioni dedicate: funzione marcia a secco - funzione compensazione della portata - doppia rampa iniziale programmabile - funzione riempimento condotte - alternanza motori - sleep mode pausa pompa - funzione no/basso flusso - funzione end of curve per il monitoraggio delle perdite di acqua- indicazione del tempo di ammortamento per una verifica immediata dei risparmio energetico - orologio integrato - gestione multipompe 3 di serie, oppure 5 (CCE) o 8 (CCA) pompe con opz.

Tensione trifase di alimentazione/uscita

- A 400V regolabile da 400-15% a 460+15%, 50 o 60Hz \pm 5%.
- Tensione di uscita: uguale alla tensione della rete di alimentazione.

Apparecchi ed accessori a corredo

- Induttanze di linea per la limitazione dei disturbi reiettati dall'apparecchiatura nella rete di alimentazione (armoniche, ecc.).
- Filtri LC in ingresso per la limitazione di disturbi derivati dalle manovre sul motore e per la limitazione delle interferenze elettromagnetiche nei confronti di altri sistemi elettrici.
- contattore di linea
- sezionatore fusibilato.

33.6.3. Partenza diretta (DOL)

L'avviamento motore tipo diretto è applicato a motori con potenza < 15kW e viene effettuato tramite l'uso di:

- interruttore automatico magnetotermico
- contattore
- eventuale TA ed amperometro

Per le partenze motori dei paragrafi 1.6.1 / 1.6.2 / 1.6.3 saranno previste sui fronte quadro rispettivamente:

- Lampada di pronto marcia : bianca
- Lampada di marcia : verde
- Lampada di scatto termico : rossa
- Pulsante di marcia : verde
- Pulsante di arresto : rosso
- Selettore MAN-OAUT : nero
- Selettore LOC-O-REM : nero
- Contatore di funzionamento

33.6.4. *Alimentazioni (pannello locali)*

Tale applicazione viene effettuata tramite l'uso di:

- interruttore magneto termico (o magneto termico differenziale 300mA)
- amperometro (se necessario)
- relè di guasto a terra (se necessario)

Art. 33.7. *Composizione dei quadri*

I quadri interessati dalla seguente specifica sono i seguenti:

- Schema unifilare Allegati alla Relazione preliminare sugli impianti elettrici

Art. 33.8. *Prove e collaudi*

33.8.1. *Prove individuali*

Dovranno essere eseguite, alla presenza del committente o di suoi incaricati, tutte le prove individuali definite al par. 8.1.2 delle norme CEI EN 60439-1.

33.8.2. *Prove di tipo*

I quadri dovranno aver superato positivamente le prove di tipo prescritte per le apparecchiature di serie "AS" al par.8.1.1 delle norme CEI EN 60439-1

ART 34. SPECIFICA MONTAGGI DEGLI IMPIANTI ELETTRICI E STRUMENTALI

Art. 34.1. Scopo

La presente specifica definisce i requisiti fondamentali, l'installazione, le modalità di fornitura e di collaudo degli impianti elettrici e strumentali

Detti requisiti debbono essere interpretati come prescrizioni generali, rimanendo compito e responsabilità del Fornitore la definizione tecnica dell'impianto e dei componenti.

Art. 34.2. Norme e documentazione di riferimento

Le apparecchiature, i componenti, la loro progettazione, costruzione, assemblaggio e collaudi saranno in accordo alle seguenti Norme:

- Legislazione Italiana vigente
- Norme CEI / IEC come da sotto elencati

Norme italiane CEI	Norme internazionali IEC	Titolo
3	617	Segni grafici per schemi
11-17		Impianti di produzione trasporto e distribuzione di energia elettrica linee in cavo
14-6	742	Trasformatori di isolamento e trasformatori di sicurezza
16-1	391	Individuazione dei conduttori isolati
16-2	445	Individuazione dei morsetti degli apparecchi
16-3	73	Colori degli indicatori luminosi e dei pulsanti
16-4	446	Individuazione dei conduttori isolati e dei conduttori nudi tramite colori
17-1	56	Interruttori a corrente alternata a tensione superiore a 1000V
17-3	158-1	Contattori destinati alla manovra di circuiti a tensione non superiore a 1000V c.a. e 1200V c.c.
17-4	129	Sezionatori di terra a corrente alternata e a tensione superiore a 1000V
17-5	157-1	Interruttori automatici fino a 1000V c.a. e 1200V c.c.
17-6	298	Apparecchiature prefabbricate con involucro metallico, per tensione da 1 a 72,5kV
17-7	292-1	Avviatori diretti destinati alla manovra e protezione di motori a c.a. con tensione non superiore a 1000V
17-8	292-2	Avviatori stella - triangolo destinati alla manovra e protezione di motori a c.a. con tensione non superiore a 1000V
17-9	265	Interruttori di manovra, interruttori di manovra - sezionatori per c.a. e per tensioni superiori a 1000V
17-11	408-420	Interruttori di manovra, sezionatori, interruttori sezionatori in aria e unità combinate con fusibili, per tensione fino a 1000V c.a. e 1200V c.c.
17-12/17-14	974	Apparecchi ausiliari di comando, per tensione non superiore a 1000 V

17-13	439	Apparecchiature costruite in fabbrica – ACF - (Quadri elettrici) compresi i condotti sbarre, per tensioni non superiori a 1000V c.a. e 1200V c.c.
17-15	157-1	Interruttori automatici fino a 1000V c.a. e 1200V c.c.
17-21	694	Prescrizioni comuni per l'apparecchiatura di manovra e di comando ad alta tensione
20-11	811	Prove con materiali elastomerici e termoplastici dei cavi per energia
20-13	502	Cavi isolati con gomma butilica con grado di isolamento superiore a 3
20-14	502	Cavi isolati con polivinilcloruro di qualità R2 con grado di isolamento superiore a 3
20-22	332-3	Prova dei cavi non propaganti l'incendio
20-29	228	Conduttori per cavi isolati
20-35	332-1	Prove dei cavi elettrici sottoposti al fuoco - prova di non propagazione della fiamma sul singolo cavo verticale
20-37	754-1	Prove sui gas emessi durante la combustione di cavi elettrici
31	79	Costruzioni elettriche per atmosfere potenzialmente esplosive
31-30	79-10	Costruzioni elettriche per atmosfere esplosive per la presenza di gas. Parte 10: Classificazione dei luoghi pericolosi
32-1/32-4/32-5	269	Fusibili a tensione non superiore a 1000V c.a. e 1200V c.c.
34-21	598-1	Apparecchi di illuminazione - prescrizioni generali
34-22	598-2-22	Requisiti particolari di apparecchi per illuminazione d'emergenza
34-23	598-2-1	Requisiti particolari di apparecchi fissi per uso generale
38-1	185	Trasformatori di corrente, per misura e protezione
38-2	186	Trasformatori di tensione, per misura e protezione
41-1	255	Relè elettrici a tutto o niente e di misura
50	68	Prove climatiche e meccaniche fondamentali
64-2	-	Impianti elettrici nei luoghi con pericolo di esplosione
64-8	364	Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V c.a. e 1200V c.c.
70-1	529	Classificazione dei gradi di protezione degli involucri
-	466	Apparecchiature alta tensione incorporate in materiale isolante

Art. 34.3. Progetto

34.3.1. Sistema media tensione

La fornitura dell'energia da parte dell'ente erogatore avviene in Media tensione a 15KV.

34.3.2. Sistema bassa tensione

Il sistema bassa tensione sarà del tipo TN-S e cioè con neutro del punto di origine (trasformatore) collegato direttamente a terra e le masse dell'impianto sono collegate a questo punto per mezzo di un conduttore di protezione PE.

La tensione di esercizio sarà 400/230V - 50Hz 3F+N+T e 3F+T

34.3.3. Esecuzione di sicurezza dell'impianto

Se non diversamente richiesto, l'esecuzione di sicurezza dell'impianto elettrico sarà IP 55 all'esterno, IP 44 all'interno.

34.3.4. Protezione dei circuiti

Per ogni circuito devono essere previsti dispositivi di protezione delle apparecchiature e delle condutture contro le sovracorrenti, secondo quanto previsto dalle Norme CEI 64-8.

34.3.5. Protezione contro i contatti indiretti

Tutte le parti metalliche, anche non accessibili, degli apparecchi, dei quadri, delle macchine e delle altre parti dell'impianto elettrico, devono essere protette contro le tensioni di contatto mediante messa a terra con singoli conduttori.

Art. 34.4. Materiali elettrici

34.4.1. Caratteristiche

Tutti i materiali devono essere adatti alle correnti, tensioni, correnti di corto circuito e di guasto a terra e devono essere dimensionati tenendo conto delle temperature ambiente previste, della loro disposizione ed utilizzazione. Inoltre, tutti i componenti saranno progettati per sopportare le condizioni ambientali locali senza subire un deperimento delle prestazioni di funzionamento.

Le condizioni ambientali sono:

Altitudine	: 52 m circa sul livello del mare
Clima	: continentale
Temperatura	: - 10 / + 35 °C
Umidità relativa	: 85 %

34.4.2. Omogeneità

Tutti i materiali impiegati per la realizzazione di un impianto devono essere, a parità di caratteristiche, di servizio e per analoghe condizioni d'installazione, rigorosamente uguali tra loro.

La Committente, si riserva il diritto di definire alcuni Fornitori e/o tipi di materiali, al fine di ottenere l'omogeneità con il resto dell'installazione.

Art. 34.5. Cavi

Per i cavi di MT si dovranno impiegare cavi in gomma (RG7) 12/20KV del tipo non propagante l'incendio (secondo Norme CEI 20-22) aventi grado d'isolamento non inferiore a 20 kV, schermo metallico in rame non stagnato, guaina in PVC qualità Rz e sezione minima per i conduttori non inferiore a 35 mm².

Per i cavi in Bassa Tensione si dovranno impiegare cavi in gomma (G7) del tipo non propagante l'incendio (secondo Norme CEI 20-22) aventi grado d'isolamento non inferiore a 1 kV e sezione minima per i conduttori non inferiore a 2,5 mm² per la F.M. e 1,5 mm² per luce con portata determinata secondo IEC 287.

Art. 34.6. Custodie ed accessori

Conformi alla Norma IEC

Art. 34.7. Tubi protettivi

Conformi alla Norma UNI 7683 con filettatura gas unica UNI 6125 o in alternativa tubazione in acciaio zincato tipo leggero.

Art. 34.8. Canaline

Saranno usate canaline asolate del tipo zincato a caldo (CEI 7.6) complete di coperchi ed accessori.

Art. 34.9. Installazione parte elettrica

34.9.1. Prescrizioni generali

L'installazione dell'impianto sarà eseguita in accordo con l'ultima edizione delle Norme di riferimento menzionate precedentemente.

In ogni caso gli impianti elettrici devono essere realizzati secondo le regole della buona tecnica, particolarmente per quanto si riferisce alla sicurezza e la prevenzione degli infortuni.

34.9.2. Posa dei tubi e loro accessori

Le giunzioni dei tubi devono essere realizzate con giunti a manicotto o simili. Le superfici di giunzione fra tubi, bocchettoni, manicotti, raccordi e gli imbocchi delle custodie devono avere filettatura conica rispondente alla Norma UNI 6125 vigente se non installato tubazioni di tipo leggero.

Le curve devono essere realizzate per piegatura diretta del tubo oppure con curve a gomito prefabbricate o con cassette ad angolo ed i raggi di curvatura non devono essere inferiori ai minimi prescritti per i cavi che il tubo è destinato a contenere e non devono essere in ogni caso inferiori a sei volte il diametro esterno del tubo.

Per assicurare la possibilità d'infilaggio dei cavi senza rischio di lesioni, non è ammesso realizzare sui tubi più curve consecutive per un totale di oltre 270°, senza l'interposizione di una cassetta ad angolo o di un raccordo d'infilaggio.

Se non si può evitare la penetrazione d'acqua attraverso i giunti o la formazione di condense all'interno delle condutture in tubo, si devono prevedere appositi dispositivi di drenaggio.

34.9.3. Posa dei cavi

Si dovrà evitare che i conduttori siano sottoposti a sforzi di trazione e si dovranno rispettare i raggi di curvatura prescritti.

L'ingresso e la disposizione dei circuiti di potenza all'interno delle custodie devono essere fatti in modo da evitare pericolosi riscaldamenti delle parti metalliche per effetto induttivo.

Tutti i cavi saranno terminati con capocorda a compressione.

Art. 34.10. Giunzioni e derivazioni

Le giunzioni, le derivazioni e le connessioni agli apparecchi ed alle macchine devono essere realizzate con dispositivi tali da:

- consentire la facile inserzione nei loro alloggiamenti delle estremità dei conduttori da connettere;
- permettere la giunzione senza provocare riduzioni della sezione dei conduttori; Mantenere in permanenza la pressione di contatto;
- non alterarsi in ambiente umido;
- la confezione delle estremità dei cavi per le connessioni agli apparecchi, per le giunzioni e derivazioni deve essere tale da assicurare, con carattere permanente, un isolamento dei conduttori, tra loro e verso massa, uguale o superiore a quello del cavo e da evitare, con opportuna sagomatura dei conduttori, sforzi di trazione, di flessione o di torsione sui morsetti degli apparecchi connessi.

Art. 34.11. Messa a terra

Dovranno essere collegati tutte le masse metalliche e le parti normalmente non in tensione delle apparecchiature elettriche (quadri, trasformatori ecc.).

Tutte le utenze elettriche, saranno collegate a delle piastre collettrici di terra poste nelle loro vicinanze con corda di rame isolata G/V, a loro volta le piastre saranno collegate alla maglia principale con corda di rame isolata G/V.

Le protezioni elettriche dovranno essere coordinate in modo tale da assicurare la tempestiva interruzione del circuito di guasto sé la tensione di contatto dovesse assumere valori pericolosi, superiori a quelli previsti dalle Norme di riferimento.

Art. 34.12. Normative di riferimento parte strumentale

34.12.1. Generale

In generale, l'intera fornitura sarà in accordo alle norme e raccomandazioni CEI / IEC

34.12.2. *Standard e normative*

Per ulteriori dettagli circa argomenti particolari trattati nella presente specifica si fa riferimento ai seguenti standard e normative:

ISO 5167	Misure di portata
ANSI MC 96.1	Misure di temperatura, termocoppie
DIN 43760	Misure di temperatura, termoresistenze
Ex ANCC racc. E	Valvole di sicurezza
ISA S75.01	Valvole di regolazione
ISA S5.1	Simbologia ed identificazione della strumentazione
ISA S5.2	Binary Logic Diagrams per controlli di processo
ISA S18.1	Specifiche e sequenze per sistemi di allarme
CEI 20-22 II	Prova dei cavi non propaganti l'incendio
CEI 31 (IEC 79)	Costruzioni elettriche per atmosfere potenzialmente esplosive
CEI 31-30 (IEC 79-10)	Costruzioni elettriche per atmosfere esplosive per la presenza di gas. Parte 10: classificazione dei luoghi pericolosi
CEI 64-2	Impianti elettrici nei luoghi con pericolo di esplosione
CEI 64-8 (IEC 364)	Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000Vc.a. e 1200Vc.c.
CEI 70-1 (IEC 529)	Classificazione del grado di protezione delle custodie
IEC 34	Macchine elettriche rotanti
IEC 72	Dimensioni e potenze nominali delle macchine elettriche rotanti

Art. 34.13. *Requisiti tecnici parte strumentale*

34.13.1. *Strumentazione locale*

I materiali delle parti a contatto con i fluidi di processo delle apparecchiature di controllo e strumentazione saranno compatibili con le caratteristiche dei fluidi di processo stessi nonché con le classi tubazioni.

Il preassemblaggio delle apparecchiature presso le officine del Fornitore sarà massimizzato allo scopo di ridurre per quanto possibile le attività di montaggio in cantiere presso lo stabilimento della Committente

Tutte le misure destinate a funzioni di controllo e/o indicazione remota dovranno generare segnali elettrici o elettronici.

I segnali analogici di strumentazione saranno standardizzati come segue:

Segnali pneumatici : 3 – 15 psig
Segnali elettrici : 4 – 20 mA / 24V cc / 2 fili

I trasmettitori saranno elettronici, normalmente senza indicatore incorporato. Dove per particolari esigenze sarà richiesto, l'indicatore incorporato sarà del tipo a display con cristalli liquidi.

Dove necessario, la tensione per l'alimentazione degli strumenti dovrà essere 230V ca.

La tensione di alimentazione delle elettrovalvole dovrà essere 24cc.

Il grado di protezione delle custodie delle apparecchiature dovrà essere almeno IP-55.

L'esecuzione elettrica della strumentazione analogica e digitale ed elettrovalvole (se necessario) sarà di tipo a sicurezza intrinseca (EEx-ia).

Le connessioni pneumatiche degli strumenti dovranno essere ¼" NPT-F.

Le connessioni elettriche degli strumenti dovranno essere ¼" NPT-F.

Tutte le apparecchiature dovranno essere immuni da interferenze indotte da radiofrequenze.

34.13.2. *Installazione*

La strumentazione dovrà essere installata in maniera di garantirne l'accessibilità da terra o dalle strutture principali attraverso piattaforme, scale o altri accessi.

Gli strumenti/trasmettitori per le misure di portata e di Δp saranno equipaggiati con manifold in acciaio inossidabile AISI 316 a 5 vie/3 valvole, con le seguenti connessioni:

- lato processo: : ½" flangiate
- lato strumento: : ½" flangiate, interasse 54 mm
- drenaggi : ¼" NPT-F, tappati

Gli strumenti/trasmettitori per le misure di pressione saranno equipaggiati con manifold in acciaio inossidabile AISI 316 a 3 vie/ 2 valvole, con le seguenti connessioni:

- lato processo : ½" flangiata
- lato strumento : ½" NPT-F
- drenaggio : ¼" NPT-F, tappato

Gli strumenti locali saranno montati in modo da non essere soggetti a vibrazioni e tale da garantire una buona leggibilità.

Tutti i collegamenti primari degli strumenti saranno realizzati in tubo da ½" saldato di materiale e scheda conformi alle classi tubazioni.

I collegamenti secondari pneumatici dovranno essere realizzati con tubing in rame ricoperto PVC diametro minimo 6 mm, spessore 0.75 mm, e raccordi a compressione in ottone ¼" NPT. In alternativa è ammesso l'uso del tubo Dekabon (lega di alluminio)

Art. 34.14. Cablaggi

Si dovranno impiegare cavi di tipo non propagante l'incendio secondo CEI 20-22 cap. II. Dovranno essere previste le seguenti tipologie di cavi:

Servizio	Formazione	Grado isolamento
Segnali analogici S.I.	2x1,5 mm ² schermato	450/750 V
Segnali digitali S.I.	2x1,5 mm ²	450/750 V
Elettrovalvole	2x1,5 mm ²	450/750 V
Alimentazione strumenti	3G1.5 mm ²	450/750 V

Dovrà essere prevista la segregazione tra i diversi servizi e livelli di tensione per mezzo di vie cavi e cassette di giunzione, separate per tipo di segnali.

I segnali elettrici potranno essere cablati a cassette di giunzione locali incluse nella fornitura. Le cassette di giunzione potranno essere realizzate in due diverse taglie, per il collegamento di 12 o di 24 segnali, considerando che i multicavi della Committente avranno formazione tipica di 12 coppie, e saranno suddivise per tipologia di segnali come per i cavi e le vie cavi.

Le cassette di giunzione dovranno essere siglate in maniera chiara e indelebile e tutti i morsetti di collegamento dovranno essere chiaramente identificati in accordo alla documentazione di ingegneria.

All'interno delle cassette dovrà essere previsto almeno il 20% di morsetti di riserva.

Il riempimento delle cassette deve essere studiato in maniera da garantire che i multicavi abbiano almeno il 15% di riserve.

I cavi saranno posati in passerelle portacavi del tipo asolato in acciaio zincato complete di coperchio; sarà ammesso l'utilizzo di profilati o di tubi conduit UNI 7683 con terminali bushing per la supportazione dei cavi al di fuori delle passerelle fino in prossimità degli strumenti.

L'ingresso cavi agli strumenti e alle cassette di giunzione sarà realizzato con pressacavi in ottone e/o PVC, a semplice tenuta per cavi non armati e a doppia tenuta per cavi armati, in esecuzione idonea alla tipologia di impianto realizzata in funzione della classificazione dell'area.

In generale gli ingressi dei cavi saranno previsti dal basso.

Art. 34.15. Alimentazioni pneumatiche

Al limite di batteria del package sarà resa disponibile per le alimentazioni pneumatiche aria strumenti con le seguenti caratteristiche:

- pressione normale di esercizio : 6 barg
- pressione minima garantita : 5 barg
- punto di rugiada : -40 °C

Le alimentazioni pneumatiche alle singole utenze dovranno essere derivate da barilotti di distribuzione aria strumenti da 1½" sch. 40 in acciaio zincato con le seguenti caratteristiche:

- connessione di ingresso : ½" NPT-M

- stacchi verso le utenze : 5 o 10 da ¼" NPT-M, completi di valvola a sfera in ottone da ¼" NPT-F
- connessione di drenaggio : ¼" NPT-M completa di valvola a sfera in ottone da ¼" NPT-F tappata

Il limite di fornitura è costituito dal tubo aria strumenti posto in prossimità dei vari stacchi.

Tutti gli stacchi dai barilotti dovranno riportare in maniera chiara e indelebile la sigla dell'utenza collegata, in accordo alla documentazione di ingegneria. Per ogni barilotto dovranno essere tenuti come riserva almeno il 20% degli stacchi.

Dove necessario, in ingresso alla strumentazione pneumatica dovranno essere previsti adeguati filtri riduttori e manometri.

Art. 34.16. Targhettature

Ogni strumento dovrà essere chiaramente identificato per mezzo di una targhetta in materiale plastico incisa con caratteri di altezza minima 5 mm, bianchi su fondo nero e fissata in maniera permanente allo strumento. Targhette adesive non saranno accettate.

La targhetta riporterà la sigla dello strumento, definita dalla Committente, così come indicata su tutti i documenti di ingegneria.

Art. 34.17. Rete di terra

L'impresa Aggiudicataria dovrà provvedere alla protezione contro i contatti indiretti di tutte le parti metalliche, degli apparecchi, dei quadri e di tutte le altre parti dell'impianto elettrico. La protezione sarà attuata mediante messa a terra e connessioni equipotenziali con singoli conduttori isolati in P.V.C. G/V con sezione minima da 16 mmq.

Art. 34.18. Canaline

Saranno usate canaline asolate del tipo zincato a caldo (CEI 7.6) complete di coperchi ed accessori.

Art. 34.19. Ispezioni e collaudi

34.19.1. Generalità

I collaudi saranno eseguiti generalmente a cura dell'Impresa aggiudicatata. La Committente si riserva il diritto di inviare propri ispettori. Le verifiche, i controlli e le prove prescritte si intendono i minimi da effettuare. L'Impresa Aggiudicataria, quale responsabile dell'intera fornitura, potrà eseguire in aggiunta altre prove e controlli secondo proprie procedure o secondo le prescrizioni delle Norme di riferimento.

La presenza al collaudo di ispettori della Committente tende ad accertare che siano soddisfatte le Norme indicate nelle specifiche, disegni e quant'altro richiamato nell'ordine d'acquisto. Tale presenza non solleva l'Impresa Aggiudicataria dalle proprie responsabilità.

34.19.2. Classificazione dei collaudi

- Collaudo di tipo

Scopo del collaudo di tipo è la verifica di conformità di uno specifico materiale alle Norme di riferimento ed al progetto originale.

Il collaudo di tipo sarà eseguito su un prototipo e la sua esecuzione sarà di completa competenza dell'Impresa Aggiudicataria.

- Collaudo di accettazione

Scopo del collaudo di accettazione è di accertare, tramite la verifica dei documenti e l'esecuzione di controlli e prove ridotte ma significative, la conformità al progetto originale, nonché accertare la rispondenza alle richieste della Committente e di rilevare i difetti inerenti ai materiali e la fabbricazione.

- Collaudo speciale

Comprende le prove ed i controlli non previsti nei collaudi di tipo e nei collaudi di accettazione, che la Committente si riserva di prescrivere di volta in volta. L'elenco delle prove e dei controlli ed eventualmente le modalità di esecuzione, saranno indicate nella specifica tecnica o concordate tra Committente e Fornitore.

34.19.3. Controlli e prove di collaudo richiesti

- Collaudo dei materiali

I materiali, devono essere sottoposti alle prove previste nelle Norme di riferimento ed a quelle eventualmente indicate nei Foglio Dati o nella documentazione di riferimento.

I materiali in esecuzione di sicurezza (antideflagranti) quali ad esempio quelli Eex-d, Eex-e, devono essere uguali al prototipo o ai campione sottoposto alle verifiche di tipo.

34.19.4. Collaudo degli impianti

Il collaudo degli impianti elettrici, oggetto della presente specifica, comporta le seguenti prove e verifiche da effettuare nell'ordine sotto indicato.

- a) Esame a vista per accertare la rispondenza degli impianti e dei componenti, alle Norme, alla documentazione di riferimento ed al progetto.
- b) Misura della resistenza di isolamento dei circuiti.
- c) Verifica della corretta scelta e taratura dei dispositivi di protezione.
- d) Verifica del grado di protezione dei componenti assiemati
- e) Verifica delle protezioni contro i contatti indiretti e cioè messa a terra, isolamenti speciali, etc.
- f) Verifica funzionale per accertare che l'impianto, i componenti, i comandi, i blocchi, i meccanismi, etc. funzionino correttamente.
- g) Altre verifiche per accertare che l'impianto risponda ad eventuali prescrizioni particolari saranno eventualmente richieste sulla specifica tecnica.

34.19.5. Attività della Committente

- Ispezioni durante la costruzione

La Committente si riserva il diritto di inviare propri ispettori presso l'impresa Aggiudicataria e presso i Subfornitori in qualsiasi momento della costruzione, allo scopo di verificare

l'osservanza delle Norme e delle prescrizioni contenute nell'ordine o nella documentazione allegata.

- Verifiche, controlli e prove di collaudo "presenziate"

L'ispettore della Committente eseguirà tutte le verifiche, tutti i controlli ed assisterà a tutte le prove indicate "presenziate" nella specifica tecnica. La Committente, inoltre, potrà richiedere le verifiche, i controlli e le prove che riterrà necessarie per accertare la rispondenza ai disegni, alle specifiche, alle Norme e a quant'altro indicato in ordine.

- Collaudi non presenziati e singole prove di collaudo "non presenziate"

I collaudi non presenziati e le prove di collaudo "non presenziate" saranno eseguite dal Fornitore il quale invierà la relativa documentazione alla Committente che ne verificherà la conformità alle specifiche, ai disegni, alle Norme ed a quant'altro indicato nell'ordine.

34.19.6. *Attività e responsabilità dell'Impresa Aggiudicataria*

- Ispezioni della Committente durante la costruzione

L'impresa Aggiudicataria dovrà disporre per l'ispettore della Committente, il libero accesso in qualsiasi momento, durante l'orario normale di lavoro, alle officine che sono interessate alla fornitura o costruzione di parte della fornitura, siano esse del Fornitore o di Subfornitori.

L'impresa Aggiudicataria dovrà fornire l'assistenza necessaria all'Ispettore per l'esecuzione delle ispezioni.

Durante le eventuali visite di ispezione presso Subfornitori, l'Ispettore della Committente dovrà essere sempre accompagnato da un rappresentante del Fornitore.

- Stato di avanzamento del lavoro

L'impresa Aggiudicataria dovrà tenere informata la Committente dello stato di avanzamento del lavoro e dovrà notificarle in anticipo, secondo le prescrizioni definite nell'ordine, la data di effettuazione del collaudo presenziato o della singola prova che deve essere presenziata dall'Ispettore della Committente.

- Controlli e prove di collaudo

Se non diversamente indicato in ordine, l'impresa Aggiudicataria provvederà a propria cura e spesa, all'esecuzione di tutti i collaudi, sia di tipo, sia di accettazione, sia speciali.

Eventuali riconoscimenti di maggiori costi per l'esecuzione di prove "presenziate" o per la ripetizione di prove, saranno definiti in ordine.

Generalmente tutti i controlli e le prove di collaudo, ad eccezione delle prove di tipo per le esecuzioni di sicurezza, saranno eseguiti nell'officina di costruzione prima della spedizione, pertanto l'impresa Aggiudicataria ed i Subfornitori dovranno disporre dell'adeguata attrezzatura ed organizzazione.

Nei casi particolari in cui, una o più prove non potessero essere eseguite nell'officina di costruzione, il fatto dovrà essere segnalato nell'offerta ed il piano per queste prove sarà definito caso per caso.

Per i collaudi "presenziati", l'impresa Aggiudicataria dovrà fornire l'assistenza necessaria all'Ispettore per l'esecuzione della sua attività.

- Ispezioni e collaudi dei materiali di Subfornitori

Le ispezioni ed i collaudi dei materiali di Subfornitori saranno di competenza e responsabilità del Fornitore.

La Committente si riserva il diritto di effettuare ispezioni presso i Subfornitori e di presenziare a quei collaudi o a quelle specifiche prove indicate "presenziate" nel Foglio Dati di collaudo o concordati nel corso delle ispezioni.

- Risultati delle prove

È richiesto l'esito soddisfacente delle prove dei materiali e del collaudo degli impianti. Per le prove di tipo dei materiali in esecuzione di sicurezza (antideflagranti) e per le prove dei materiali dei Subfornitori, l'impresa Aggiudicataria deve dare documentazione dei risultati delle prove eseguite.

- Documentazione relativa a controlli e prove eseguite in precedenza oppure di natura riservata
- L'impresa Aggiudicataria dovrà mettere a disposizione dell'Ispettore della Committente, in occasione delle ispezioni e dei collaudi:
 - a. I certificati e le relazioni, relativi a controlli e prove eseguite in precedenza quali ad esempio i collaudi di tipo;
 - b. La documentazione tecnica per il riconoscimento di un prototipo, comprendente i disegni costruttivi e dimensionali ed eventualmente dei documenti fotografici;
 - c. La documentazione di natura riservata o i brevetti al solo fine di consultazione in loco.

In mancanza di tali certificati e documentazione, l'Ispettore non potrà procedere all'accettazione finale della fornitura.

Art. 34.20. Documentazione

34.20.1. Generalità

L'impresa Aggiudicataria deve dare tutta la documentazione su formati UNI, redatta nella lingua italiana, utilizzando la simbologia stabilita dalla Normativa CEI, salvo dove diversamente indicato, completa dei dati di riferimento relativi al progetto e all'elaborato.

Tutti i disegni dovranno essere forniti su supporto digitale, formato da concordare, in copia cartacea e copia lucida riproducibile.

In caso di mancata o incompleta consegna della documentazione menzionata in questo capitolo, la Committente riterrà la fornitura non completata.

34.20.2. Approvazione documentazione

Prima di procedere all'acquisto dei materiali ed alla realizzazione degli impianti, l'impresa Aggiudicataria deve sottoporre alla Committente tutta la documentazione. L'approvazione della Committente non avrà il significato di riconoscimento di conformità dei materiali forniti, alle caratteristiche di qualità, di dimensionamento, di rispondenza alle Norme ed alle prescrizioni dell'ordine, essendo queste di completa ed esclusiva responsabilità del Fornitore.

L'approvazione del documento vincola l'inizio delle lavorazioni delle sole parti soggette all'approvazione pertanto, per eventuali ritardi di invio della documentazione approvata attribuibili alla Committente, l'impresa Aggiudicataria non potrà avanzare richieste di maggiori oneri e/o giustificare ritardi sul progetto, approvvigionando materiale di subfornitura, costruzione, etc., di quanto non strettamente e direttamente dipendente dall'approvazione.

34.20.3. Documentazione finale e manuale d'istruzione

Alla fine dei lavori, l'impresa Aggiudicataria deve fornire tutta la documentazione di progetto aggiornata sulla base di quanto effettivamente eseguito nell'installazione e deve fornire la descrizione degli impianti, le modalità di utilizzazione e di manutenzione come qui di seguito indicato.

Tutta la documentazione deve essere raccolta in un "Manuale d'istruzione". La documentazione contenuta nel Manuale d'istruzione deve essere tale da permettere al personale che non conosce gli impianti, di operare correttamente su di essi ed eseguirne la manutenzione.

Il Manuale deve presentarsi come segue:

- Indice dei contenuti
- Descrizione degli impianti, nella quale devono essere descritti i diversi tipi di impianti illustrandone le caratteristiche tecniche ed i vari componenti. La descrizione deve essere accompagnata da tutti i documenti di progetto.
- Modalità di utilizzazione degli impianti facendo riferimento a schemi e disegni impiantistici
- Procedure per eseguire le prove e le tarature dei componenti, dei relè e delle apparecchiature ausiliarie, sia durante l'esercizio degli impianti, sia durante i controlli periodici.
- Istruzioni di manutenzione, suddivise in:
 - Istruzioni di manutenzione preventiva, nelle quali devono essere indicate con programmi, le ispezioni periodiche richieste (lubrificazione, sostituzione di componenti, etc.
 - Istruzioni di riparazione o messa a punto, nelle quali devono essere indicate le istruzioni per localizzare i guasti ed una procedura per rimuovere e sostituire i componenti.
- Elenco delle parti in ricambio per un periodo di tempo definito nel Foglio Dati o, in mancanza di indicazioni, per due anni.
- L'elenco deve essere completo di tutti i dati necessari per l'ordinazione al costruttore.
- Il "Manuale d'istruzione" eventualmente suddiviso in diversi fascicoli, deve avere copertine robuste e di tipo che consenta l'inserzione e l'asportazione di documenti senza dover disfare i fascicoli stessi.
- Ogni fascicolo deve portare in copertina quanto segue:
 - il nome del Cliente;
 - la località dell'impianto;
 - il nome dell'impianto;
 - il titolo dell'argomento a cui si riferisce il manuale ed il fascicolo in particolare;
 - il numero dell'ordine del contratto d'appalto;
 - il nome dell'Appaltatore.
- Tutta la documentazione dovrà essere consegnata in formato scrivibile.

34.20.4. Documentazione di collaudo

L'impresa Aggiudicataria dovrà fornire alla Committente, nei tempi e modi previsti dall'ordine di acquisto, tutta la certificazione relativa ai collaudi di tipo, di accettazione e speciali.

Art 35. SPECIFICA TECNICA CAVI ELETTRICI E DI STRUMENTAZIONE

Art. 35.1. Cavi di strumentazione tipo FR2oR (FR2XOH1R..)

35.1.1. Scopo

La presente specifica tecnica ha lo scopo di definire le caratteristiche tecniche generali e le modalità di fornitura dei cavi elettrici e di strumentazione in bassa tensione.

- Sigla designazione cavo: FR2OR (FR2XOHR per i cavi con schermo e twistatura)

35.1.2. Normative di riferimento

NORME CEI:

- Caratteristiche tecniche e requisiti di prova delle mescole per isolanti e guaine dei cavi d'energia;
- Cavi isolati con polivinilcloruro di qualità R2 con grado d'isolamento 450/750 V;
- 20-22 II Prova dei cavi non propaganti l'incendio;
- Sistema designazione cavi per energia e per segnalamento;
- Conduttori per cavi isolati;
- Prove sui cavi elettrici sottoposti ai fuoco;
- Prova di resistenza al fuoco dei cavi elettrici;
- Prove sui gas emessi durante la combustione dei cavi elettrici;
- Tabella CEI UNEL 00722 Colori distintivi delle anime dei cavi isolati;
- Tabella CEI UNEL 35011 Cavi per energia e segnalamento - sigle di designazione.

35.1.3. Caratteristiche costruttive

Cavi per energia con conduttori a corda flessibile di rame rosso ricotto, isolamento in PVC di qualità R2 non propagante l'incendio e a bassa emissione di gas corrosivi; guaina in PVC di qualità Rz non propagante l'incendio e a bassa emissione di gas corrosivi, schermo (dove richiesto) in treccia di rame rosso con copertura superiore al 80%.

Colore grigio.

35.1.4. Caratteristiche generali

- Non propagante l'incendio;
- Non propagante la fiamma;

- Contenuta emissione di gas corrosivi;
- Guaina con mescola antiabrasiva.

35.1.5. *Marchatura*

Il cavo provvisto di stampigliatura in rilievo sull'isolante ogni 0,5m:

- Normativa di riferimento: CEI 20-22;
- Marchio di qualità: IEMMEQU "anno";
- Designazione secondo norme CEI 20-27: FR2
- Anno di fabbricazione.

35.1.6. *Colore*

Conforme alle tabelle CEI UNEL 00722

35.1.7. *Dati tecnici*

- Tensione nominale: 0,6/1 kV (450/750V solo dopo approvazione della DL)
- Tensione di prova: kV V in c.a.;
- Temperatura d'esercizio max.: 70°C;
- Temperatura di cortocircuito: 160°C;

35.1.8. *Modalità d'impiego*

- Alimentazione d'impianti di bassa tensione e trasporto di comandi e/o segnali in ambienti industriali e civili.
- Posa fissa sia all'interno che all'esterno;
- Installati entro tubazioni, in canalette, su passerella, in aria o sistemi simili. Possono essere direttamente interrati;

35.1.9. *Posa*

- Temperatura minima: 5°C;
- Raggio minimo di curvatura: 8 volte il diametro esterno massimo;
- Sforzo massimo di tiro: 50N per mm² di sezione totale del rame.

Art. 35.2. *Cavi elettrici bassa tensione tipo FG7(O)R 0.6/1 kV*

35.2.1. *Scopo*

La presente specifica tecnica ha lo scopo di definire le caratteristiche tecniche generali e le modalità di fornitura dei cavi elettrici di bassa tensione.

- Sigla designazione cavo: FG7(O)R 0.6/1 KV.

35.2.2. *Normative di riferimento NORME CEI:*

- 20-13 Caratteristiche tecniche e requisiti di prova delle mescole per isolanti e guaine dei cavi d'energia;
- 20-13 Cavi isolati con gomma butilica con grado d'isolamento 0,6/1 kV;
- 20-22 II Prova dei cavi non propaganti l'incendio;
- 20-29 Sistema designazione cavi per energia e per segnalamento;
- 20-29 Conduttori per cavi isolati;
- 20-35 Prove sui cavi elettrici sottoposti al fuoco;
- 20-36 Prova di resistenza al fuoco dei cavi elettrici;
- 20-37 Prove sui gas emessi durante la combustione dei cavi elettrici;
- Tabella CEI UNEL 00722 Colori distintivi delle anime dei cavi isolati;
- Tabella CEI UNEL 35011 Cavi per energia e segnalamento - sigle di designazione.

35.2.3. *Caratteristiche costruttive*

Cavi per energia con conduttori a corda flessibile di rame rosso ricotto, isolamento in gomma HEPR ad alto modulo di qualità G7, che conferisce al cavo elevate caratteristiche elettriche e meccaniche (norme CEI 20-11 / CEI 20-34); guaina in PVC di qualità Rz.

Colore grigio.

35.2.4. *Caratteristiche generali*

- Non propagante l'incendio;
- Non propagante la fiamma;
- Contenuta emissione di gas corrosivi in caso d'incendio;

35.2.5. *Marchatura*

Il cavo provvisto di stampigliatura in rilievo sull'isolante ogni 1m:

- Normativa di riferimento: CEI 20-22
- Marchio di qualità: IEMMEQU "anno";
- Designazione secondo norme CEI 20-27: FG7(O)R 0,6/1 kV
- Numero di conduttori per sezione;
- Anno di fabbricazione.

35.2.6. *Colore anime*

Conforme alle tabelle CEI UNEL 00722.

35.2.7. *Dati tecnici*

- Tensione nominale: 0,6/1 kV
- Tensione di prova: 4kV in c.a.;
- Temperatura di esercizio max.: 90°C;
- Temperatura di cortocircuito: 250°C fino 240 mm² - 220°C oltre i 240 mm²;

35.2.8. *Modalità d'impiego*

- Alimentazione di impianti di bassa tensione e trasporto di comandi e/o segnali in ambienti industriali e civili.
- Posa fissa sia all'interno che all'esterno;
- Installati entro tubazioni, in canalette, su passerella, in aria o sistemi similari. Possono essere direttamente interrati.

35.2.9. *Posa*

- Temperatura minima; 0°C;
- Raggio minimo di curvatura: 4 volte il diametro esterno massimo;
- Sforzo massimo di tiro: 50 N per mm² di sezione totale dei rame.

Art 36. SPECIFICA RETE DI TERRA ED IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE

Art. 36.1. Scopo

La presente specifica definisce i requisiti per la progettazione, costruzione e fornitura della rete di terra e dell'impianto di illuminazione, da installare nell'impianto di depurazione di Lodi.

Art. 36.2. Normative di riferimento

Se non altrimenti indicato, l'installazione ed i materiali relativi saranno in conformità con la più recente edizione delle seguenti Norme CEI (Comitato Elettrotecnico Italiano) e relativi supplementi:

- CEI 7-6 Controllo della zincatura a caldo per immersione
- CEI 11-1 Norme generali per gli impianti
- CEI 11-8 Norme per gli impianti di messa a terra
- CEI 20-12 Cavi isolati con gomma o con polivinilico, con Gi non superiore a 3kV
- CEI 20-13 Cavi isolati con gomma butilica e cavi isolati con etilene-propilene EPR, per sistemi 1-20kV
- CEI 20-14 Cavi isolati con polivinilcloruro di qualità R2, per sistemi elettrici da 1-20kV
- CEI 20-24/33 Giunzioni e terminazioni per cavi d'energia
- CEI 20-21 Portata in regime permanente dei cavi elettrici
- CEI 20-22 Prova dei cavi non propaganti l'incendio
- CEI 23-7 Tubi protettivi di acciaio smaltato

- CEI 23-8 Tubi protettivi rigidi in polivinilcloruro e accessori
- CEI 64-2 Impianti elettrici nei luoghi con pericolo di esplosione o di incendio
- CEI 64-8 Impianti elettrici utilizzatori a V nominale non superiore a 1000Vca
- UNEL 95100 Custodie ed accessori di sicurezza a prova di esplosione. Bocchettoni maschio e femmina
- UNEL 95101 c.s. Bocchettoni femmina e femmina
- UNEL 95103 c.s. Riduzioni ad anello maschio e femmina
- UNEL 95104 c.s. Manicotti di riduzione femmina e femmina
- UNEL 95105 c.s. Riduzione a bicchiere femmina o maschio
- UNEL 95106 c.s. Raccordi di infilaggio
- UNEL 95107 c.s. Tappi maschio
- UNEL 95108 c.s. Manicotti femmina e femmina
- Legge n. 17/00 del 23/03/00 "Regione Lombardia" Energetico ad uso di illuminazione esterna e di lotta all'Inquinamento luminoso

Ed, in ogni caso, in conformità alle norme e direttive della CEE vigenti alla data di attuazione delle opere.

Art. 36.3. Impianto di terra

La fornitura di energia elettrica è prevista mediante cabina di trasformazione 15kV/400V, con gestione del neutro in cabina collegato direttamente all'impianto di terra.

Pertanto, in conformità con quanto fissato dalla Norma CEI 64-8, siamo in presenza di un sistema TN-S.

La funzione primaria dell'impianto di terra è quella di contenere le tensioni di contatto e di passo nei limiti di sicurezza. Tale risultato lo si consegue garantendo una buona dispersione verso terra delle correnti di guasto, ed allo stesso tempo determinando, nei tempi previsti, l'intervento delle protezioni elettriche poste nell'impianto.

36.3.1. Caratteristiche generali

Si eseguirà una interconnessione di corde di rame disposte a maglia nell'area dell'impianto.

La maglia generale verrà allacciata ad opportune puntazze ubicate in appositi pozzetti ispezionabili. Il conduttore della maglia principale avrà una sezione minima di 95 mm² e sarà interrato ad una profondità di 500 mm.

Per le derivazioni della maglia principale alle apparecchiature si useranno piastrine in acciaio inox fissate fuori terra.

La maglia di terra dell'impianto sarà allacciata in tutte le sue parti per mezzo di connettori a compressione serrati con apposito attrezzo.

Non sono ammesse connessioni eseguite con attrezzi impropri tali da non garantire un sicuro allacciamento.

La viteria da impiegare per allacciare le singole utenze alle piastrine di terra dovrà essere in acciaio inox.

Per i percorsi fuori terra e per le utenze si userà corda isolata in PVC giallo-verde, mentre per quelli interrati si userà corda non isolata.

In particolare in prossimità delle cabine di trasformazione sarà realizzata una maglia di terra con caratteristiche tali da poter disperdere in qualsiasi momento la corrente di guasto verso terra.

I conduttori di terra saranno continui senza interruzioni per tutta la loro lunghezza, mentre le connessioni saranno verniciate in color giallo.

Saranno collegate a terra tutte le parti metalliche normalmente non in tensione soggette a contatto con le persone e che per difetto di isolamento potrebbero trovarsi sotto tensione; in particolare saranno messe a terra:

- tutte le parti metalliche delle macchine elettriche
- i serramenti metallici delle cabine nonché tutti i grigliati e le reti di protezione
- i quadri, pannelli sostegni, carcasse dei trasformatori, e tutte le parti metalliche non costruite per condurre corrente.

Inoltre sarà allacciato alla rete di terra il centro stella del secondario dei trasformatori (lato bassa tensione) con conduttore in rame di adeguata sezione.

L'impianto di terra all'interno della cabina (sia quella di reparto che di ricezione ENEL) sarà realizzato come di seguito descritto.

Lungo il perimetro interno della cabina sarà installato un piatto di rame di sezione non inferiore a 90 mm² o in alternativa piastre BTH al quale si dovranno allacciare tutte le parti metalliche indicate in precedenza.

Il collettore verrà meccanicamente allacciato in almeno due punti alla maglia generale di terra.

In particolar modo, nei pressi del locale consegna ENEL, rimpianto di terra dovrà avere caratteristiche particolari tali da disperdere la corrente di guasto a terra comunicata dall'Ente erogatore e nel tempo previsto (coordinamento protezioni di terra) onde evitare l'instaurarsi di tensioni di passo e contatto superiori ai valori previsti dalle normative vigenti in materia.

I conduttori di media tensione presentano una schermatura che dovrà essere opportunamente collegata a terra.

Questo collegamento dovrà avvenire con particolare cura utilizzando come dispersore la maglia principale dell'impianto.

Per la completa realizzazione dell'impianto di messa a terra si dovrà fornire, posare ed allacciare:

- corda di rame nuda da 95 mm² per realizzare la maglia generale di terra

- dispersori di terra con accessori
- piastrine di derivazione con viti, dadi, rondelle, tiranti -connettori e capicorda -pozzetti di protezione dei dispersori
- corda rivestita in PVC colore giallo-verde
- piatto in rame o piastre BTH all'interno delle cabine elettriche
- materiali a completamento

36.3.2. *Conduttori di protezione*

Cavi unipolari flessibili di colore giallo-verde in partenza dal collettore di terra, che dovranno essere collegati a tutte le prese a spina o direttamente alle masse degli apparecchi da proteggere, compresi gli apparecchi di illuminazione con parti metalliche accessibili.

36.3.3. *Conduttori equipotenziali*

Cavi unipolari flessibili di colore giallo-verde da collegare fra due o più masse o masse estranee e il collettore di terra, allo scopo di assicurare l'equipotenzialità fra le stesse.

36.3.4. *Sezioni minime*

La sezione SP del conduttore di protezione deve essere legata alla sezione dei conduttore di fase SL secondo le seguenti relazioni:

- $SP = SL$ se $SL < 16 \text{ mm}^2$
- $SP = 16$ se $16 < SL < 35 \text{ mm}^2$

Sezioni minime dei conduttori equipotenziali

a) conduttori equipotenziali principali

I conduttori equipotenziale principali dovranno avere una sezione non inferiore alla metà di quella del conduttore di protezione principale, con un minimo di 6 mm^2 .

b) conduttori equipotenziali supplementari

I conduttori equipotenziali supplementari che collegheranno una massa, a masse estranee, dovrà avere sezione non inferiore a quella del conduttore di protezione di sezione minore, con un minimo di 2.5 mm^2 se protetto meccanicamente altrimenti di 4 mm^2 .

36.3.5. *Illuminazione*

Premesso che le disposizioni seguenti sono in aggiunta, o a chiarimento delle norme CEI, si riportano le seguenti definizioni:

- Lumen : unità di misura del flusso emesso dalle sorgenti luminose;
- Lux : unità di misura del valore di illuminazione (illuminamento) pari ad un lume ricevuto per metro quadrato;
- coefficiente di utilizzazione : rapporto tra il flusso utilizzato e quello emesso.

Per ogni sorgente luminosa dovranno essere indicate:

- la potenza totale di emissione in lumen ed i relativi valori di illuminazione prescritti;
- la potenza elettrica necessaria per l'alimentazione.

36.3.6. *Illuminazione interna*

L'illuminazione interna si differenzierà a seconda della destinazione d'uso dei diversi locali e delle diverse zone; a tale scopo sarà elaborata una apposita tavola con rappresentate le varie zone con i diversi livelli di illuminamento.

Il livello di illuminamento sarà il valore medio orizzontale calcolato ad 85 cm da quota pavimento.

Il livello di uniformità sarà minore uguale 1,5 (calcolato come E_{max}/E_{min}) escludendo dal calcolo solo gli angoli morti

Le illuminazioni saranno realizzate con armature industriali negli edifici e nelle zone dedicate all'impianto, locale pompe.

Sarà prevista anche una illuminazione localizzata con livello di illuminamento di 300 Lux in tutti i punti ove occorre un frequente intervento per controllo, comando o manutenzione (ad es. sui quadri elettrici), salvo diverse indicazioni.

Bene si addicono i riflettori industriali per lampade a bulbo a ioduri metallici nelle potenze di 250W, nelle versioni con vetro di chiusura e grado di protezione IP 55.

Il sistema di distribuzione per l'illuminazione sarà realizzato con condotti prefabbricati e/o via cavo posto in canalina; il grado di protezione del condotto prefabbricato sarà IP 54.

36.3.7. *Apparecchi di illuminazione*

La foggia e la struttura degli apparecchi illuminanti sarà tale da garantire lo smaltimento del calore sviluppato all'interno senza che si raggiungano temperature pregiudizievoli per le apparecchiature contenute.

Le lamiere di spessore minimo 8/10 saranno fosfatate e verniciate con trattamento antiruggine ed essiccate al forno a 180°C.

Le eventuali parabole potranno essere in alluminio con purezza superiore a 99,9% con trattamento di ossidazione e brillantatura.

Particolare cura sarà posta allo smaltimento del calore e negli apparecchi illuminanti contenenti le apparecchiature per l'alimentazione di emergenza in conseguenza delle limitative condizioni di buon funzionamento.

Le armature tipo ADPE dovranno corrispondere alle norme di riferimento CENELEC e ai certificati del CESI.

Dove saranno previsti apparecchi illuminanti con schermi, gli stessi saranno realizzati in policarbonato: il materiale impiegato sarà di tipo auto estinguente secondo norme CEI in vigore.

Saranno stampate ad iniezione (senza traccia residua di rigatura) a superficie prismaticata internamente con trasparenza non inferiore a 92%.

Sarà garantita la facile rimozione e la pulizia.

Gli schermi saranno appoggiati all'armatura tramite guarnizione realizzata in modo che sia garantito il grado di protezione richiesto.

L'accessibilità degli apparecchi illuminanti sarà tale per cui negli stessi si avrà l'equipaggiamento elettrico costituito da portafusibile, morsetti e conduttori di collegamento montati su unica basetta.

In tutti i tipi di apparecchi saranno previste per esigenze di manutenzione, le seguenti possibilità:

- rimozione dello schermo nel modo più agevole con possibilità di sospensione;
- accessibilità all'equipaggio elettrico previa rimozione o meno delle lampade e delle parabole riflettenti,
- sbloccaggio con galletto o sistema equivalente, ancoraggio della piastra portacomponenti a mezzo,
- pendinatura in plastica anticaduta (eventuali viti impiegate non saranno di tipo asportabile).
- eventuale rimozione della basetta, dopo aver sganciato un eventuale moschettone;
- pressacavo PG inserito sul fondo dell'apparecchio, con diametro adatto al tipo di sezione di cavo indicato per ogni apparecchio.

Gli apparecchi illuminanti saranno collegati alla rete di terra.

A tale scopo saranno dotati di bullone saldato alla lamiera, dado, conduttore isolato colore giallo da 2,5 mm² collegato al bullone e alla morsettiera della basetta.

Alla morsettiera della basetta sarà portato il conduttore di terra con lo stesso cavo di alimentazione dell'apparecchio.

Gli apparecchi illuminanti saranno realizzati nel rispetto delle vigenti norme CEI, ISPELS e CENELEC.

In particolare sarà rispettata la legge Decreto Ministeriale 9/10/1980, Gazzetta Ufficiale n. 296 e le direttive CEE 76-890 del 4/11/1976 e successive modifiche ed integrazioni e la legge n. 17/00 del 23/03/00 "Regione Lombardia".

Gli apparecchi illuminanti a garanzia di quanto sopra avranno il Marchio Italiano di Qualità.

Tutte le connessioni faranno capo a morsetti fissi (del tipo con vite premente tramite lamina mobile), i conduttori flessibili saranno muniti di terminali a pressione.

Tutti i conduttori saranno raccolti in fasci e fissati alla piastra di montaggio.

Sarà fatto divieto di impiegare nastro isolante per le fasciature dei conduttori, ma saranno impiegati gli appositi collari.

Gli alimentatori per le lampade tubolari fluorescenti saranno del tipo ad accensione a starter con catodi ad alta resistenza tipo monolampada 230V 50Hz rifasato con portafusibile e baionetta completo di fusibile rapido.

Gli alimentatori per le luci di emergenza saranno adatti per lampada da 18/36/58W a secondo del tubo fluorescente previsto e saranno costituiti da un complesso raddrizzatore-inverter batterie al nichel-cadmio.

Saranno di tipo sempre alimentati e la lampada sarà sempre accesa. Lo spegnimento della lampada di emergenza avverrà attraverso un apposito circuito con comando centralizzato sui quadro di distribuzione.

Alcuni apparecchi illuminanti saranno previsti di tipo non permanente.

Il complesso sarà dotato di relè di minima tensione che impedisca la scarica a zero.

Nel caso di armatura bilampada si intende una sola lampada autoalimentata.

I rendimenti degli apparecchi illuminanti previsti saranno garantiti e riferiti ai rendimenti che dovranno essere indicati con una tolleranza dei $\pm 5\%$.

Saranno garantite, per la durata di 2 anni dall'entrata in funzione di tutto l'impianto, la inalterabilità di verniciature e trattamenti delle lamiera, degli schermi ai fini delle proprietà riflettenti e su tutti gli aspetti che incidono sul rendimento globale degli apparecchi illuminanti.

36.3.8. Quadri distribuzione circuiti luce

I quadri luce saranno alimentati direttamente dai quadri principali di bassa tensione per mezzo di interruttori automatici omipolari.

I quadri di questo tipo saranno di tipo ad armadio tradizionale di dimensioni modulari. Ciascuna sezione potrà avere le seguenti dimensioni massime:

- Larghezza max 600 mm
- Altezza 2200 mm
- Profondità 600 mm

L'impiego dei quadri per distribuzione dei circuiti luce è d'obbligo quando, l'elevata distribuzione elettrica non permette l'inserimento dei quadri di potenza di considerevoli quantitativi di interruttori a protezione delle linee cavo per i servizi luce.

I quadri in oggetto asserviranno pertanto:

- carichi monofasi e trifasi (circuiti luce stradale)
- distribuzioni secondarie (carichi luce)
- alimentazioni di piccole prese F.M. alla tensione di 230V/50Hz
- il sistema di tensioni sarà trifase più neutro.

Le sbarre collettrici saranno segregate, mentre le derivazioni potranno essere eseguite in cavo.

I quadri saranno previsti per:

- frequenze di rete 50 Hz
- tensione di impiego 230/400 V
- tensione di isolamento 660 V
- tensione di prova secondo le norme CEI per accettazione
- alimentazioni di piccole prese F.M. alta tensione di 230V - 50 Hz
- il sistema di tensioni sarà trifase più neutro
- grado di protezione 1P-30

Questa tipologia di quadri può essere impiegata per distribuire l'energia elettrica ai circuiti di illuminazione e per i circuiti prese di F.M. con portata non superiore a 16A e per uso non industriale.

36.3.9. Impianto prese di Forza Motrice

La rete presa di potenza è un impianto che deve rispettare le norme vigenti.

Non saranno ammesse deroghe sulle modalità di installazione delle condutture mentre, le prese F.M. o gruppi prese F.M. saranno scelte sulla base delle condizioni oggettive dei luoghi tecnologici e presenteranno tutte le caratteristiche tecniche richieste dalle aree di lavoro, in tutti i locali dove, ad impianti in funzione ci potrà essere l'eventuale necessità di riparazioni ad opere in carpenteria od elettriche, ed all'esterno in corrispondenza di grossi manufatti sia edili che metallici, sarà prevista una serie di prese di tipo stagno o batterie di prese di tipo stagno.

Ciascuna batteria prevederà una cassetta collettoria per arrivo cavo e distribuzione della Forza Motrice alle singole prese. I circuiti di distribuzione della energia elettrica per i servizi relativi alle prese di potenza dipartiranno dai quadri di cabina o da una sezione dei quadri di bassa tensione o quadri per servizi ausiliari

Ogni gruppo prese comprenderà n.1 presa da 400V 32 A, n.1 presa da 230V 16 A, n.1 presa di sicurezza a 24 V completa di trasformatore di sicurezza. Ogni gruppo prese sarà equipaggiato di interruttore di interblocco.

Art 37. SPECIFICA TECNICA DEL SISTEMA DI CONTROLLO E SUPERVISIONE

Art. 37.1. Scopo

La presente specifica definisce i requisiti per la progettazione, costruzione e fornitura di un sistema di controllo e supervisione per rimpianto di depurazione di Lodi.

Le caratteristiche riportate nel presente documento sono da intendersi come "requisiti minimi" e non sollevano il Fornitore dalle sue responsabilità in materia di progettazione, costruzione e corretto funzionamento delle apparecchiature fornite.

Resta inoltre inteso che il sistema di controllo e tutte le relative apparecchiature ausiliarie saranno forniti come un sistema "chiavi in mano" e sarà quindi cura del Fornitore includere nella fornitura tutto il necessario per consegnare un sistema completamente operante.

Il Fornitore sarà anche responsabile della rispondenza alle leggi e regolamenti vigenti.

Art. 37.2. Normative di riferimento

37.2.1. Generale

In generale, l'intera fornitura sarà in accordo alle norme e raccomandazioni CEI / IEC

37.2.2. Standard e normative

Per ulteriori dettagli circa argomenti particolari trattati nella presente specifica si fa riferimento ai seguenti standard e normative internazionali:

ANSI MC 9601	Temperature Measurements, Thermocouples
DIN 43760	Electrical Temperature Sensors, Reference Tables for Sensing Resistors for Resistance Elements
IEC 529	Classification of Degrees of Protection or equivalent Provided by Enclosures
IEC 68-2	Basic Environmental Testing Procedures or equivalent for Electronic Components and Electronic Equipment
ISA S5.1	Instrumentation Symbols and Identification
ISA S5.2	Binary Logic Diagrams for Process Operation
ISA S18.1	Annunciator Sequences and Specifications
ISA S50.1	Compatibility of Analog Signals for Electronic industrial Process Instruments
ISA S51.1	Process Instrumentation Terminology
ISA RP60.3	Human Engineering for Control Centers
IEC1131-1	Standard linguaggi di programmazione

Art. 37.3. Requisiti generali

La presente specifica definisce solo i requisiti minimi di carattere generale per la progettazione, costruzione, collaudo e commissioning dei sistema di controllo e non ha lo scopo di specificare tutti i dettagli progettuali e costruttivi.

Il Fornitore ha la piena responsabilità di garantire che le apparecchiature siano state progettate e costruite in conformità con le leggi e regolamenti applicabili, principalmente le norme CEI e IEC.

Nelle attività a carico del Fornitore sono inclusi lo sviluppo del progetto, le verifiche ed i collaudi necessari a realizzare un sistema conforme ai requisiti specificati.

37.3.1. *Condizioni ambientali*

Sia la sala controllo sia l'area tecnica nelle quali il sistema sarà installato saranno condizionate per mantenere le seguenti condizioni ambientali:

- Temperatura : 20 – 35°C ($\pm 1^\circ\text{C}$)
- Umidità relativa : 60 – 85% ($\pm 10\%$)

Il sistema dovrà inoltre sopportare le seguenti condizioni di stoccaggio:

- Temperatura : 30°C
- Umidità relativa : 70%

37.3.2. *Alimentazione elettrica*

L'alimentazione elettrica del sistema di controllo è prevista da un sistema di continuità (UPS) dedicato, incluso nello scopo di fornitura.

Le caratteristiche principali del sistema di alimentazione sono:

- Tensione : 230V $\pm 2\%$, monofase
- Frequenza : 50Hz $\pm 2\%$
- Distorsione armonica : < 5%

Sarà cura e responsabilità del Fornitore prevedere ulteriori trasformatori e/o alimentatori necessari per alimentare le apparecchiature del sistema a livelli di tensione diversi da quelli disponibili da UPS.

Allo scopo di assicurare la selettività il Fornitore proteggerà tutte le utenze con adeguati interruttori e/o fusibili.

37.3.3. *Messa a terra*

Il sistema di messa a terra sarà organizzato in tre circuiti separati, uno per la messa a terra di protezione, uno per la messa a terra di riferimento dei segnali a sicurezza intrinseca ed uno per la messa a terra di riferimento degli altri segnali.

I tre circuiti saranno completamente indipendenti e connessi in un singolo punto, denominato "terminale di terra principale".

Allo scopo di assicurare il corretto funzionamento del sistema, il Fornitore dovrà fornire dettagli su eventuali requisiti particolari del sistema di messa a terra.

Gli armadi di sistema saranno equipaggiati di barre di messa a terra separate per ogni circuito.

37.3.4. *Immunità alle radiofrequenze*

Le apparecchiature fornite dovranno risultare insensibili alle emissioni in radiofrequenza di ricetrasmittitori di potenza fino a 5W.

37.3.5. *Parti di ricambio*

Il Fornitore proporrà una lista di parti di ricambio consigliate, suddivise come segue:

- Parti di ricambio per ravviamento:
sono quelle destinate alle fasi di preavviamento ed avviamento e includono materiali di consumo quali fusibili, inchiostri, carta, ecc.
- Parti di ricambio per l'esercizio:
sono quelle destinate ai primi due anni di esercizio, il Fornitore quoterà le parti consigliate considerando la criticità degli apparati.

37.3.6. *Riserve*

Il Fornitore, tenendo in considerazione l'elenco I/O allegato, avrà cura di predisporre nel dimensionamento del sistema le seguenti riserve:

- Minimo 20% di segnali disponibili sui moduli I/O installati all'inizio dell'ingegneria (già indicato nel numero dei segnali su architettura)
- Minimo 25% di spazio disponibile negli armadi di sistema all'inizio dell'ingegneria (vale a dire che gli armadi saranno riempiti al massimo al 75% della loro capacità)
- Minimo 20% di morsetti disponibili sulle morsettiere all'inizio dell'ingegneria.

Art. 37.4. *Descrizione del sistema*

Il sistema di controllo realizzerà le funzioni di controllo, comando e supervisione mettendo in condizione l'operatore di esercire l'intero impianto in modo semplice e continuo.

La struttura modulare del sistema sarà caratterizzata da unità standard basate su tecnologia a microprocessore per ottenere facilità di espansione ed un alto grado di flessibilità.

Esso sarà essenzialmente suddiviso in tre sottosistemi:

- Sottosistema di controllo e acquisizione dati
- Sottosistema di comunicazione
- Sottosistema di visualizzazione

37.4.1. *Sottosistema di controllo e acquisizione dati*

È costituito da un Programmable Automation Controller di tipo modulare con rack di contenimento moduli CPU, comunicazione e schede per l'acquisizione di segnali di ingresso/uscita.

Tale sistema dovrà essere equipaggiato con CPU installata nel proprio rack di contenimento assieme alle relative schede di comunicazione Ethernet I/P verso la parte di supervisione e le schede per il controllo "condiviso" dei moduli di ingresso/uscita con caratteristiche di determinismo e ripetibilità.

Ogni modulo deve presentare le seguenti caratteristiche:

- rimozione e inserzione sotto tensione (removal and insertion under power - RiUP)
- producer / consumer based communication

- time stamping data
- scelta di comunicazione tra connessioni dirette o rack-optimized

La scelta delle CPU deve essere fatta tenendo in considerazione uno spare della memoria di utilizzo pari al 50% e in qualsiasi caso la taglia di memoria non può essere inferiore a 4Mb.

La CPU deve inoltre avere le seguenti caratteristiche:

- scheda di back-up programma e dati
- batteria
- I/O gestibili nella massima configurazione fino a 128.000
- velocità di esecuzione dei programma: tipicamente 0,08 ms/K per istruzioni Booleane
- nessun limite di memoria per registri (bit or word), timer, counters, etc.
- programmazione On-line
- porta seriale integrata RS485 / MODBUS

I moduli per l'acquisizione dei segnali di ingresso analogico e digitale e il comando delle uscite saranno costituiti da schede aventi le seguenti caratteristiche:

- Rimozione e inserzione sotto tensione (removal and insertion under power - RIUP)
- Strutture modulari con alloggiamento in rack di contenimento
- Led di diagnostica e segnalazione stato sui fronte scheda

Moduli per Ingressi Digitali:

- Modularità massima di 32 punti
- Alimentazione segnali a 24Vdc
- Tempo di aggiornamento selezionabile via software

Moduli per Uscite Digitali:

- Modularità massima di 32 punti
- Gestione segnali a 24Vdc – transistor
- Corrente uscita 0,5A per punto
- Tempo di aggiornamento selezionabile via software
- Moduli per Ingressi Analogici:
- Modularità massima di 8 canali
- Isolamento canale-canale senza comuni
- Range di selezione tensione/corrente
- Risoluzione 16 bits
- Tempo di aggiornamento selezionabile via software

Moduli per Uscite Analogiche:

- Modularità massima di 8 canali
- Isolamento canale-canale senza comuni

- Range di selezione in corrente
- Risoluzione 14 bits
- Tempo di aggiornamento selezionabile via software

Ogni rack contenente CPU, schede di comunicazione e moduli I/O saranno equipaggiati da alimentatori dedicati in versione ridondata; le alimentazioni dei segnali a 24Vdc saranno generate da alimentatori switching in versione ridondata.

Interfacciamento verso strumentazione di analisi con centraline multiparametriche.

Per l'interfacciamento verso la strumentazione di analisi è richiesto un modulo di comunicazione con protocol PROFIBUS DP o equivalente

Interfacciamento verso armadi con inverter

Per l'interfacciamento verso gli inverter è richiesto un modulo di comunicazione con protocollo Ethernet I/P/MODBUS.

37.4.2. Sottosistema di comunicazione

Il sottosistema di comunicazione sarà basato su un bus di comunicazione digitale tipo ETHERNET I/P secondo le norme IEEE.802.3 per il trasferimento dati ad alta velocità tra tutti i nodi della rete "in tempo reale".

Non è accettato sistema di comunicazione tipo master-slave o bus di campo proprietario.

Faranno parte della fornitura gli switch 100Mb di connessione apparati con porte in rame e, ove previsto e/o richiesto dalle distanze, l'uscita in fibra ottica

Inoltre il sistema dovrà dialogare con PLC locali forniti dai costruttori di alcune macchine. Il sistema di comunicazione potrà essere via fibra ottica o rame.

37.4.3. Sottosistema di visualizzazione

L'interfaccia operatore sarà realizzata tenendo conto delle esigenze dell'operatore in termini di monitoraggio, controllo e registrazione del funzionamento dell'impianto.

Il sistema di visualizzazione sarà costituito da una postazione con funzionalità server+client (ingegneria e operatore) e da una stazione Client (operatore).

Il database risiederà nella stazione server in modo che ogni modifica sarà effettuata in una sola postazione.

La stazione operativa sarà provvista del proprio componente hardware (vedi par. 5.4.3.1) e dai database comune in grado di gestire tutte le proprie funzioni e di avere un accesso completo e diretto a tutte le stazioni di processo presenti sulla rete di comunicazione dati.

Ogni stazione operatore consentirà la visualizzazione di diverse tipologie di pagine video organizzate come segue:

- pagine di gruppo
- pagine di trend
- pagine grafiche
- pagine allarmi
- pagine per la gestione delle ricette
- pagine "biblioteca"

L'organizzazione gerarchica delle pagine sarà libera ed il numero massimo di pagine sviluppabili sarà dettato solo dalla limitazione fisica della capacità dei dischi rigidi delle stazioni operatore.

Sono previste in sala controllo/ uffici le seguenti apparecchiature di interfaccia operatore:

N. 1 stazione operatore

N. 1 stampante grafica a colori a getto di inchiostro

Caratteristiche delle stazioni operatore

La stazione client/operatore avrà come nucleo centrale un PC industriale con le seguenti caratteristiche:

- Processore famiglia INTEL CORE I7 3,4 GHz o superiore
- RAM 6GB DDR2 o superiore
- Sistema operativo MS Windows XP Professional
- Scheda video AMD RADEON 2Gb
- 2 Interfaccia ETHERNET
- min. 6 porte USB2.0
- monitor a colori 23" LCD
- Hard disk 1Tb o superiore
- DVD / CD-RW drive
- mouse e tastiera dedicata personalizzabile

Gestione allarmi ed eventi

Il sistema di controllo sarà in grado di gestire allarmi di processo e di sistema e di assicurare quanto segue:

- Per ogni variabile analogica il sistema genererà almeno 2 soglie di allarme,
- Per ogni segnale digitale d'ingresso sarà possibile visualizzare il relativo stato di allarme.
- Quando una variabile analogica supera una soglia di allarme o quando una variabile digitale segnala una condizione di anomalia verrà visualizzata una segnalazione di allarme la cui funzionalità sarà in accordo a ISA S18.1.
- Sarà possibile visualizzare e stampare il sommario di tutti gli allarmi. La pagina allarmi dovrà riportare per ogni allarme almeno i seguenti dati:
 - Sigla
 - Descrizione

- Data e ora di evenienza
- Sarà possibile assegnare a ciascun allarme una priorità in ordine gerarchico che ne definisca il livello di severità. Sono richieste almeno 4 priorità di allarme.
- Gli allarmi in base alla loro gerarchia devono essere trasmessi attraverso messaggi vocali o SMS al personale reperibile di impianto.
- Sarà possibile indirizzare liberamente gli allarmi, i messaggi e qualsiasi evento, su tutte (o solo alcune) le stazioni operatore e/o le periferiche e/o i database di registrazione storica.
- Sarà possibile visualizzare e stampare tutti gli eventi e le azioni dell'operatore (es.: start/stop dei motori, variazione dei set-point) includendo almeno:
 - Descrizione dell'evento
 - Data e ora di evenienza

Memoria di massa e registrazioni

Tutte le variabili di processo (sia ingressi/uscite da/verso il campo, sia valori calcolati) saranno potenzialmente indirizzabili alla memoria di massa del sistema di controllo per la registrazione storica dei dati senza limitazioni se non quella della capacità dei dischi rigidi delle stazioni operatore. Sarà comunque riservata una capacità minima di 150 Mbyte che dovrà in ogni caso consentire l'archiviazione di almeno 2000 allarmi.

Sarà inoltre possibile registrare e visualizzare in tempo reale ogni variabile per un periodo minimo di 96 ore su pagine video predefinite.

Dovrà essere possibile copiare su supporti esterni tutti o solo parte dei dati storici consentendone l'archiviazione e l'analisi "off-line" (dovrà essere possibile la realizzazione di back-up periodici).

Reports

Sarà possibile stampare dalle stazioni operatore dei reports relativi alle misure e ai valori calcolati, alle azioni dell'operatore, agli allarmi, ecc.

I reports potranno essere stampati automaticamente su base oraria, giornaliera, settimanale o mensile oppure su richiesta.

Il Fornitore dovrà considerare nei preventivi la quotazione per la realizzazione di 2 reports di stampa.

Pagine grafiche

Le pagine grafiche personalizzate saranno il principale strumento dell'operatore per monitorare e controllare le attività dell'impianto in modo interattivo.

Queste pagine riporteranno graficamente le linee di processo, le apparecchiature e la relativa strumentazione,

Sulle pagine grafiche dovranno essere disponibili almeno le seguenti informazioni:

- valori misurati per ogni ingresso analogico e set-point dei regolatori
- stato degli ingressi digitali, in particolare per pompe, motori, valvole on-off, unità package, ecc.

- allarmi sia per gli ingressi analogici sia per gli ingressi digitali

Le pagine grafiche saranno realizzate dal Fornitore sulla base dei soli P&I di processo e le linee guida per la definizione del sistema di automazione. Le apparecchiature più diffusamente rappresentate saranno disponibili in librerie per utilizzi futuri; inoltre saranno disponibili strumenti software per la costruzione delle pagine grafiche che consentano la creazione di nuove pagine in maniera semplice ed indipendente dalla conoscenza di specifici linguaggi di programmazione.

Il Fornitore dovrà considerare nei preventivi la quotazione per la realizzazione di minimo 12 pagine grafiche.

Note Generali per il sistema:

Il sistema dovrà essere aperto alle seguenti tecnologie standard:

- Windows XP; Windows 7 e 8
- Microsoft Visual Basic
- Microsoft COM/DCOM
- ActiveX
- OLE DB/ODBC
- OPC
- Ethernet
- TCP/IP
- FieldBus Foundation
- Profibus Foundation
- Profibus DP e DP/V1
- Protocollo HART
- Oracle
- MS SQL
- HTML-XMS e UML
- ASP net
- IEC 61131-3 per 5 linguaggi (FBD,LD,ST,IL,SFC)
- FDT/DTM
- MODBUS

Tutti gli applicativi o tools software utilizzati per implementazione del sistema dovranno essere integrati in un'unica piattaforma software che permetta l'ingegnerizzazione dei singoli oggetti dell'impianto in tutti i suoi aspetti correlati (e.g. Logica di controllo, visualizzazione, grafica, storicizzazione dei dati, connessioni OLE DB/ODBC, third party OPC Server)

Le liste degli allarmi devono poter essere specifiche e collegabili a qualsiasi oggetto dell'impianto.

L'oggetto implementato all'interno della piattaforma dovrà essere unico per tutti gli ambienti, di facile riproducibilità e deve poter essere strutturato in diverse visuali (Functional structure, Location Structure etc.)

Il sistema deve poter essere espandibile con funzionalità batch/gestione ricette, information Management, e Asset Optimization.

37.4.4. Sicurezza del sistema

Il sistema sarà protetto contro accessi non autorizzati per mezzo di password a più livelli. Il Fornitore indicherà in dettaglio i sistemi di sicurezza previsti ed il numero di livelli di accesso.

Inoltre tutti i comandi dell'operatore dovranno essere verificati e validati per formato e sintassi per assicurare che i parametri inseriti siano compatibili con i limiti ammessi dal sistema.

37.4.5. Diagnostica

Il sistema di controllo dovrà disporre di capacità autodiagnostiche in grado di localizzare un'avaria del sistema almeno fino al livello di un singolo modulo (CPU, moduli di I/O, moduli di comunicazione, stazioni operatore, ecc.), compreso ciascun alimentatore, ventilatore.

Saranno disponibili pagine video dedicate per visualizzare e stampare situazioni di avaria del sistema. Inoltre verranno generati allarmi di sistema che informeranno l'operatore dell'avaria in tempo reale.

37.4.6. Dispositivi di configurazione

Il dispositivo di configurazione principale sarà costituito dalla stazione di ingegneria, attraverso la quale sarà possibile intervenire ad ogni livello sul programma applicativo di ogni stazione di processo e di supervisione del sistema di controllo.

Le attività di configurazione/riconfigurazione saranno incruente e trasparenti per l'operatore con il caricamento automatico della nuova configurazione nelle CPU delle stazioni di processo e il congelamento dei relativi I/O durante il periodo di commutazione.

La configurazione del sistema sarà realizzata attraverso strutture predefinite o procedure guidate e le modifiche della configurazione saranno facilmente accessibili: non dovranno essere richieste specifiche conoscenze di linguaggi di programmazione.

Il "tuning" dei parametri di controllo non è considerata come "attività di riconfigurazione" e pertanto le modifiche dei parametri quali guadagno, azione integrale ed azione derivativa o soglie di allarme saranno accessibili all'operatore attraverso normali pagine video.

In ogni caso sia le attività di configurazione, sia le attività di "tuning" saranno accessibili solo attraverso opportuni consensi.

La struttura delle logiche di controllo dovrà essere configurabile liberamente, consentendo di raggruppare ed identificare chiaramente qualsiasi unità e/o parte di impianto. Per ciascuna di queste

sarà possibile associare delle caratteristiche comuni e sarà consentito l'eventuale caricamento in blocco (anche da supporto magnetico esterno) delle logiche relative all'unità di impianto senza dover effettuare alcun riavvio del processore di controllo.

Art. 37.5. Ridondanza del sistema

Non previsto.

Art. 37.6. Armadi di sistema

Tutte le apparecchiature di retro-quadro che costituiscono la componente hardware del sistema di controllo saranno installate negli armadi di sistema secondo la disposizione tipica prevista dagli standard costruttivi del Fornitore, comunque in modo da garantire un loro facile accesso e manutenzione e/o rimozione.

Saranno inoltre previsti opportuni sezioni di "marshalling" all'interno dei quali verranno alloggiare tutte le morsettiere e le barriere a sicurezza intrinseca (dove richiesto) per il collegamento di tutti i multicavi tra il campo e l'area tecnica.

Per le uscite digitali saranno previste interfacce a relè per il comando dei vari dispositivi.

Compatibilmente con gli ingombri, saranno studiate soluzioni che prevedano la separazione tra circuiti a differenti livelli di tensione; in ogni caso nessuna deroga sarà ammessa per quanto riguarda la discriminazione dei circuiti a sicurezza intrinseca dal resto del sistema (morsettiere, canali, colorazioni, ecc.).

Il Fornitore provvederà a realizzare una sottodistribuzione elettrica, partendo dall'alimentazione in ingresso; la sezione dei cavi e la capacità dei dispositivi di protezione (fusibili, interruttori automatici, ecc.) saranno definite dal Fornitore in funzione dei carichi.

Gli armadi di sistema dovranno rispondere ai seguenti requisiti minimi:

- struttura autoportante
- porte asportabili
- accessibilità dal fronte e dal retro
- ingresso cavi dal basso
- ventole di raffreddamento dove necessario
- filtri antipolvere
- golfari di sollevamento

In fase di installazione finale gli armadi dovranno essere sigillati sul fondo per minimizzare le infiltrazioni di polvere.

La costruzione, il ciclo di verniciatura e lo spessore delle lamiere saranno in accordo agli standard del Fornitore e comunque idonei per le condizioni di installazione .

Gli armadi saranno completi di tutti gli accessori e i materiali per il cablaggio e la costruzione "a regola d'arte", comprese lampade per illuminazione interna, barre di messa a terra e staffe e graffette per il fissaggio dei cavi.

Art. 37.7. Ingegneria

Nello scopo della fornitura dovranno essere previste tutte le attività di ingegneria necessarie alla configurazione e personalizzazione dell'intero sistema.

La documentazione prodotta a corredo del sistema dovrà essere interamente in lingua italiana e dovrà comprendere quanto segue:

- disegni costruttivi degli armadi
- disegni disposizione apparecchiature negli armadi
- schemi di cablaggio delle apparecchiature
- schemi distribuzione alimentazioni
- schemi di configurazione schede di ingresso/uscita
- schemi morsettiere e di interconnessione tra tutte le apparecchiature in campo e/o J.B.
- liste componenti ed accessori
- listati di tutti i programmi ed elenchi dei parametri di configurazione, anche su supporto digitale ottico o magnetico
- stampe a colori delle pagine grafiche
- manuali di istruzione e manutenzione per tutte le apparecchiature fornite
- manuali di istruzione per la configurazione delle apparecchiature programmabili
- licenze software di tutti gli applicativi e strumenti di sviluppo

Art. 37.8. Collaudi e certificati

Le apparecchiature saranno sottoposte a tutti i collaudi necessari a verificare che la fornitura sia in accordo alla presente specifica.

I rappresentanti della Committente saranno autorizzati a seguire l'avanzamento della fornitura ed a verificare la sua conformità ai requisiti contenuti nella presente specifica e potranno impedire l'impiego e la spedizione di apparecchiature e materiali che non siano in accordo ai termini contrattuali.

Il Fornitore consentirà il libero accesso alle proprie officine in ogni momento, su preavviso, ai rappresentanti della Committente e ad eventuali subfornitori, fornendo loro tutta la necessaria assistenza.

In fase di offerta, il Fornitore indicherà l'elenco dei propri collaudi interni abituali.

Dopo l'ordine, il Fornitore sottometterà all'approvazione della Committente la procedura di collaudo basata sui propri standards nonché il piano di controllo della qualità (PCQ).

Art. 37.9. Collaudo di accettazione in fabbrica (F.A.T.)

I collaudi saranno organizzati in due fasi: la prima, che prevedrà i collaudi durante la fabbricazione del sistema; la seconda, durante la quale sarà portato a termine il collaudo finale sul sistema completamente assemblato.

Si precisa che il collaudo dovrà aver sede in Italia.

L'esito positivo del collaudo finale formalizzerà l'accettazione del sistema da parte della Committente. Durante la fase di collaudo verranno indicativamente ma non limitatamente realizzate le seguenti prove:

37.9.1. Verifica della documentazione

Lo scopo è di verificare che gli standards e la documentazione di progetto siano in accordo a quanto precisato in ordine e nelle specifiche di riferimento.

37.9.2. Collaudo visivo e dimensionale

Lo scopo è di verificare che il layout, le dimensioni del sistema, le targhettature e la disposizione generale siano in accordo ai disegni.

37.9.3. Verifica dei certificati

Le prestazioni del sistema come precisione, sensibilità, risoluzione, effetti dovuti alla temperatura, fluttuazione dei carichi o delle alimentazioni, immunità alle interferenze elettromagnetiche o dovute alle radiofrequenza, saranno documentate allegando certificati emessi da enti riconosciuti a livello internazionale.

37.9.4. Verifica dei certificati dei collaudi interni del Fornitore

I collaudi interni del Fornitore saranno documentati allegando i certificati emessi dal Fornitore stesso.

37.9.5. Collaudo del sistema di alimentazione

Lo scopo è di verificare visivamente il corretto funzionamento e i dati di targa delle apparecchiature del sistema di alimentazione.

37.9.6. Collaudo delle CPU

Lo scopo è di dimostrare la capacità delle CPU di gestire tutte le funzioni richieste loro; a questo scopo sarà accettabile l'impiego di routines proposte dal Fornitore.

Il criterio di accettabilità sarà quello indicato dal Fornitore stesso.

37.9.7. Collaudo funzionale

Lo scopo è di verificare che tutti i requisiti di questa specifica, le funzioni indicate nella documentazione di progetto (servizio, campo, unità ingegneristiche, allarmi, ecc.) e la configurazione delle pagine video (pagine grafiche, trends storici, pagine allarmi, ecc.) siano stati correttamente implementati.

Per questa ragione, verrà fatta una verifica incrociata tra le diverse pagine video e il corretto indirizzamento di ogni segnale sul 100% degli ingressi/uscite.

Art. 37.10. Assistenza alla messa in servizio

Allo scopo di garantire un efficace supporto durante le prove in bianco e la messa in marcia dell'impianto e risolvere i problemi che potrebbero emergere nel corso di queste fasi, il Fornitore sarà chiamato a dare un completo servizio di assistenza in cantiere, secondo quanto più diffusamente specificato di seguito (par. 5.11.1)

Art. 37.11. Servizi richiesti al fornitore

Il Fornitore dovrà offrire i servizi di seguito specificati, indicando a sua discrezione ulteriori servizi opzionali utili a definire un completo supporto tecnico per la messa in servizio e la conduzione dell'impianto.

37.11.1. Assistenza alla messa in servizio

Il Fornitore renderà disponibile il proprio personale specializzato per garantire l'adeguata assistenza durante l'installazione in cantiere del sistema e durante le prove in bianco e la messa in servizio dell'impianto.

Il fornitore dovrà quotare inoltre il prezzo unitario per ogni giornata di assistenza alla messa in servizio oltre a quelle inserite a forfait nella fornitura (per un periodo stimato di circa 20 gg lavorativi)

37.11.2. Manutenzione

Il Fornitore renderà disponibile un servizio di manutenzione hardware per tutte le apparecchiature incluse nella fornitura. Il fornitore dovrà garantire l'intervento per la manutenzione ordinaria entro le 24 ore dalla chiamata.

37.11.3. Addestramento del personale

Il Fornitore proporrà corsi di addestramento del personale così suddivisi:

Corso operatori

Sarà indirizzato al personale preposto alla conduzione dell'impianto e riguarderà essenzialmente gli aspetti operativi inerenti il comando ed il controllo del processo, l'interpretazione delle segnalazioni e della messaggistica di servizio, l'utilizzazione e gestione delle pagine video, la gestione degli allarmi.

Il programma di istruzione comprenderà anche prove in ambiente simulato.

Il corso avrà una durata di 3 gg. massimo

Corso programmatori

Sarà indirizzato al personale preposto alla manutenzione hardware e software del sistema, approfondendo la struttura del sistema in generale e dei sottosistemi in particolare ed apprendendo l'utilizzo dei dispositivi di programmazione e configurazione.

I corsi di addestramento saranno tenuti presso la sede del cliente, saranno realizzati in lingua italiana e riguarderanno al massimo 5 persone a corso.

Sarà cura del Fornitore indicare eventuali requisiti minimi per la partecipazione al corso.

Allo scopo di pianificare la partecipazione ai corsi, il Fornitore comunicherà la data di inizio dei corsi stessi con un preavviso di almeno 8 settimane, mentre il programma dei corsi verrà comunicato almeno due settimane prima.

Il corso avrà una durata di 5 gg. massimo

Art. 37.12. Coordinamento del progetto

Sarà cura del Fornitore provvedere ad un adeguato coordinamento del progetto, tenendo sotto controllo tutte le attività di costruzione e configurazione del sistema nel rispetto del programma lavori di commessa nell'ottica di rispettare la data di consegna concordata in fase d'ordine.

I punti cardine principali del progetto saranno fissati dalla Committente e saranno accettati dal Fornitore.

Da parte sua, il Fornitore svilupperà un programma preliminare dettagliato del progetto, indicando attività e date di completamento nel rispetto dei punti cardine di cui sopra e lo sottoporrà per approvazione alla Committente.

Il Fornitore revisionerà costantemente il programma del progetto verificando l'effettivo avanzamento ed includendo eventuali variazioni che possano ripercuotersi sulle date di completamento delle attività.

Copia del programma di commessa aggiornato sarà mensilmente consegnata alla Committente per tutta la durata del progetto.

ART 38. CAVIDOTTI

Art. 38.1. Tubazioni in acciaio inox

Per l'installazione all'interno delle vasche verranno utilizzate tubazioni metalliche rigide in acciaio INOX. Diametro maggiore o uguale a 4mm, con grado di protezione pari a IP55.

La Norma CEI EN 61386 - Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche, definisce la connessione tra tubi ed accessori per mezzo di tubi ed accessori filettabili e non filettabili.

La tolleranza di lunghezza è di + o - 5 mm per barre da 3m, + o - 50 mm per barre da 4 m. I diametri esterni del tubo vanno da 16 mm a 63 mm.

I raccordi metallici sono di tipo rigido o pieghevole qualora sia necessario effettuare curve in prossimità di una cassetta di derivazione, entrambi ad innesto rapido o meccanico con corpo e dado in ottone e guarnizione elastomerica.

Gli accessori sono elementi curvi o allineatori atti per operare piccoli disassamenti e collari metallici tipo Cliko a serraggio manuale con zincatura elettrolitica o collari metallici con asola o con foro

filettato M6 in acciaio zincato a caldo dopo lavorazione che permettono di fissare i tubi fino ad 1 cm dalla parete.

Art. 38.2. Tubazioni in PVC

Tutti i tubi protettivi per esterno saranno saldamente ancorati alle strutture con idonei e previsti sistemi di ancoraggio. Saranno utilizzati, nelle installazioni a quota superiore a 2,5 m dal piano di calpestio, tubi protettivi di tipo in PVC leggero, quando sarà ritenuta minima la possibilità di danneggiamento per urto meccanico.

Tutte le tubazioni in PVC posate ad altezza inferiore a 2,5 m, saranno del tipo pesante.

Nei locali di tipo civile e per la realizzazione degli impianti di illuminazione in zone senza pericolo di danneggiamenti da urti meccanici saranno posati tubi in PVC rigido ed autoestinguente tipo Dielectrix o similare.

Come raccorderia devono essere utilizzati manicotti, curve, raccordi tubi-scatole e tubi-guaine del tipo ad innesto rapido con grado di protezione IP65, serie Blitz Dielectrix o similare, dove necessario saranno posate scatole rompi tratto anch'esse in PVC autoestinguente di marca Gewiss o similare. La posa del tubo va realizzata a mezzo di collari a fascetta, la distanza tra un collare e il successivo sarà di circa 0,8-1,2 metri a seconda della sezione del tubo stesso. I collari vanno fissati direttamente sulla parete a mezzo di tasselli a battere.

Dove sarà necessario eseguire degli spostamenti particolari si procederà all'esecuzione di piegatura a freddo a mezzo di molla, in questo caso vanno eseguite le curve senza provocare schiacciamenti nel tubo.

I tubi in PVC da prevedere devono essere costruiti da primarie case e devono essere conformi alle normative vigenti CEI 23-54 Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche Parte 2-1: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi rigidi e accessori e CEI EN 61386 - Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche.