




LAVORI DI ADEGUAMENTO DELLE AREE GOLENALI DEL FIUME SEVESO NEI COMUNI DI VERTEMATE CON MINOPRIO, CARIMATE E CANTÙ *CIG 78332878EB - CUP B87B1500018003*

PROGETTO ESECUTIVO

INDICE	DATA	MODIFICHE	DISEGN.	CONTR.	APPROV.
CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO: Specifiche tecniche					
RESPONSABILE DELLE INTEGRAZIONI SPECIALISTICHE: Dott. Ing. Denis Cerlini PROGETTAZIONE AMBIENTALE AGRONOMICA E FORESTALE: Dott. Giordano Fossi Dott. Ing. Giuliano Trentini CONSULENZA GEOTECNICA: Dott. Geol. Roberto Previati			PROGETTAZIONE IDRAULICA GEOTECNICA E STRUTTURALE: Dott. Ing. Alessandro Balbo Dott. Ing. Marco Belicchi Dott. Ing. Giacomo Galimberti GEOLOGIA: Dott. Geol. Pietro Breviglieri Dott. Geol. Efrem Ghezzi		
			SCALA:		
			ELABORATO: <div style="font-size: 2em; font-weight: bold;">SVS 3.09/2</div>		
 STUDIO MAJONE INGEGNERI ASSOCIATI Via Inama, 7 - 20133 Milano - tel. +39.02.70120918 fax +39.02.70120923 Via Cavallotti, 16 - 43121 Parma - tel. +39.0521.508419 fax +39.0521.221022			<div style="font-size: 1.5em; font-weight: bold;">Novembre 2019</div>		
 BIOS-IS S.r.l.			 STUDIO IDROGEOTECNICO		

INDICE

1. NORME GENERALI PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI	7
1.1 GENERALITÀ	7
1.2 ORDINE DA TENERSI NELL'AVANZAMENTO LAVORI	7
1.3 LAVORI ESEGUITI AD INIZIATIVA DELL'IMPRESA	7
1.4 PREPARAZIONE DELL'AREA DI CANTIERE E DEI LAVORI	8
1. QUALITÀ, PROVENIENZA E PROVA DEI MATERIALI	9
1.1 ACCETTAZIONE DEI MATERIALI	9
1.2 CONFORMITÀ E NON CONFORMITÀ AL CAPITOLATO SPECIALE	10
1.3 IMPIEGO DEI MATERIALI	10
1.4 PROVVISTA DEI MATERIALI	10
1.5 SOSTITUZIONE DEI LUOGHI DI PROVENIENZA DEI MATERIALI PREVISTI IN CONTRATTO	10
1.6 DIFETTI DI COSTRUZIONE	11
1.7 DICHIARAZIONE DI CONFORMITÀ E MARCATURA CE	11
1.8 MARCATURA CE - MATERIALI	11
1.9 MARCATURA CE - MACCHINARI	11
2. PIANIFICAZIONE DEI LAVORI	12
2.1 PROGRAMMA BISETTIMANALE	12
2.2 FASI VINCOLATE E SEGNALATE	12
2.2.1 Fasi vincolate	12
2.2.2 Fasi Segnalate	13
2.3 PIANO DI IMPIEGO DEI MACCHINARI	13
2.4 PROCEDURE DI LAVORO	13
2.5 AS -BUILT	13
3. CARATTERISTICHE DEI VARI MATERIALI	14
3.1 GENERALITÀ	14
3.2 ACQUA	15
3.3 LEGANTI IDRAULICI - CALCI AEREE – POZZOLANE	15
3.4 GHIAIA, GHIAIETTO, PIETRISCHI, SABBIA PER OPERE MURARIE	15
3.5 PIETRISCHI, GRANIGLIE, SABBIE, ADDITIVI PER PAVIMENTAZIONI	15
3.6 PIETRA NATURALE	16
3.7 TERRE PER LA FORMAZIONE DEI RILEVATI E PER GLI STRATI DELLA SOVRASTRUTTURA	16
3.8 MATERIALI FERROSI E METALLI VARI	17
3.9 ACCIAIO INOSSIDABILE	17
3.10 ACCIAIO ZINCATO:	18
3.11 ALLUMINIO E LEGHE LEGGERE:	18
3.12 ALLUMINIO ANODIZZATO	18
3.13 RAME	19
4. SCAVI E REINTERRI	20

4.1	GENERALITÀ	20
4.2	PROGRAMMA DI SCAVO	20
4.3	CLASSIFICAZIONI DEGLI SCAVI	21
4.4	TIPI DI SCAVI	21
4.5	MATERIALE SCAVATO E DISCARICHE	22
4.6	SMOTTAMENTI	23
4.7	RINTERRI	23
4.8	RIPOSIZIONAMENTO TERRENO DI COLTIVO	23
5.	FORMAZIONE DI RILEVATI.....	24
5.1	GENERALITÀ	24
5.2	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI	24
5.3	MODALITÀ ESECUTIVE	24
5.4	PROVE DI ACCETTAZIONE E CONTROLLO	25
6.	OPERE IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO	26
6.1	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	26
6.2	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI	27
6.2.1	<i>Cementi</i>	27
6.2.2	<i>Aggiunte</i>	28
6.2.3	<i>Aggregati</i>	29
6.2.4	<i>Acqua di impasto</i>	31
6.2.5	<i>Additivi</i>	31
6.2.6	<i>Acciaio</i>	32
6.3	CARATTERISTICHE DEL CALCESTRUZZO	39
6.3.1	<i>Classe di resistenza</i>	39
6.3.2	<i>Reologia degli impasti e granulometria degli aggregati</i>	39
6.3.3	<i>Rapporto acqua/cemento</i>	40
6.3.4	<i>Lavorabilità (Classe di consistenza)</i>	40
6.3.5	<i>Acqua di bleeding</i>	42
6.3.6	<i>Contenuto d'aria</i>	42
6.3.7	<i>Durabilità (Classe di esposizione)</i>	42
6.3.8	<i>Tipi di conglomerato cementizio</i>	44
6.4	QUALIFICA DEL CONGLOMERATO CEMENTIZIO	44
6.4.1	<i>Produzione limitata di calcestruzzo direttamente effettuata in cantiere mediante processi di produzione temporanei e non industrializzati</i>	45
6.4.2	<i>Calcestruzzo confezionato con processo industrializzato e prodotto mediante impianti, strutture e tecniche organizzative sia in cantiere che in stabilimento esterno al cantiere</i>	45
6.5	POSA IN OPERA DEL CALCESTRUZZO	47
6.5.1	<i>Tolleranze esecutive</i>	48
6.5.2	<i>Casseforme</i>	49
6.5.3	<i>Getti faccia a vista</i>	50
6.6	STAGIONATURA	51
6.7	CONTROLLI IN CORSO D'OPERA	52
6.8	CONTROLLI SUPPLEMENTARI DELLA RESISTENZA A COMPRESSIONE	55
6.8.1	<i>Carotaggi</i>	55

6.8.2	Zona di prelievo	55
6.8.3	Prove di carico	55
7.	COSTRUZIONI IN ACCIAIO	56
7.1	COLLAUDO TECNOLOGICO DEI MATERIALI.....	57
7.2	MONTAGGIO	58
8.	COSTRUZIONI IN LEGNO.....	61
9.	OPERE IN MASSI NATURALI.....	65
9.1	GENERALITÀ.....	65
9.2	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI.....	65
9.3	MODALITÀ ESECUTIVE	65
9.4	PROVE DI ACCETTAZIONE E CONTROLLO.....	65
10.	TUBAZIONI	67
10.1	GENERALITÀ.....	67
10.2	PROVE DI CONTROLLO.....	67
10.2.1	Prove d'accettazione	67
10.3	TRASPORTO, MOVIMENTAZIONE, POSA E RINTERRO DEI TUBI.....	68
10.3.1	Imballaggi	68
10.3.2	Trasporto	68
10.3.3	Posa in opera.....	68
10.3.4	Fondo della trincea e sottoscavo.....	69
10.3.5	Procedura di messa in opera.....	69
10.3.6	Rinfianco e rinterro	69
10.3.7	Norme di compattazione e controlli qualitativi	70
10.4	TUBI CEMENTO ARMATO A GIUNTO SALDATO E RIVESTITI CON LINER DI HDPE.....	71
10.4.1	Processo di fabbricazione.....	72
10.4.2	Dimensioni e movimentazione.....	72
10.4.3	Inerti.....	72
10.4.4	Acqua.....	73
10.4.5	Cemento	73
10.4.6	Armatura metallica.....	73
10.4.7	Calcestruzzo	73
10.4.8	Metodi di prova	74
10.4.9	Motivo di rifiuto.....	74
10.4.10	Normative di riferimento.....	75
11.	MANUFATTI PREFABBRICATI IN CALCESTRUZZO	76
11.1	POZZETTI DI ISPEZIONE	76
11.1.1	Generalità	76
11.1.2	Manufatti prefabbricati	76
11.1.3	Normativa di riferimento.....	76
12.	CHIUSINI IN GHISA	78
13.	OPERE IN CARPENTERIA METALLICA.....	79
13.1	GENERALITÀ.....	79

13.2	MATERIALI	81
13.3	LAMIERE E GRIGLIATI ZINCATI.....	81
13.4	COPERTURE DI BOTOLE E POZZETTI	81
13.5	PARAPETTI METALLICI	82
13.6	GRADINI DI ACCESSO AI MANUFATTI.....	82
13.7	VALVOLE DI NON RITORNO A CLAPET	82
13.8	PARATOIA IN ACCIAIO	83
13.8.1	Descrizione del manufatto	83
13.8.2	Trasporto e montaggio.....	84
13.8.3	Collaudo.....	84
14.	STRUMENTI DI MISURA	86
14.1	STAZIONE DI ACQUISIZIONE E TRASMISSIONE DATI.....	86
14.2	MISURATORI DI LIVELLO.....	87
14.2.1	Misuratore di livello a ultrasuoni	87
14.2.2	Asta idrometrica.....	87
14.3	PIEZOMETRI.....	87
14.4	INTEGRAZIONE NELLA RETE ESISTENTE	88
14.4.1	Stazione base	89
14.4.2	Unità di acquisizione.....	89
14.4.3	Software di gestione	91
14.4.4	Software di allertamento	92
15.	PAVIMENTAZIONI STRADALI E PISTE DI SERVIZIO	93
15.1	SOTTOFONDAZIONE STRADALE	93
15.2	STRATO DI MATERIALI FILTRANTI (EVENTUALE).....	93
15.3	FONDAZIONE STRADALE IN MISTO GRANULARE STABILIZZATO.....	94
15.4	PAVIMENTAZIONE CARRABILE IN GRANIGLIA CALCAREA.....	95
15.5	PROVE DI ACCETTAZIONE E CONTROLLO.....	96
16.	GEOSINTETICI.....	97
16.1	GEOTESSILI IN TESSUTO NON TESSUTO	97
16.1.1	Generalità	97
16.1.2	Caratteristiche dei materiali	97
16.1.3	Modalità esecutive	97
16.1.4	Prove di accettazione e controllo.....	97
16.2	GEOSTUOIA ANTIEROSIONE	98
16.2.1	Generalità	98
16.2.2	Modalità esecutive	98
16.2.3	Prove di accettazione e controllo.....	98
17.	PASSERELLA CON STRUTTURA PORTANTE IN LEGNO LAMELLARE.....	ERRORE. IL
	SEGNALIBRO NON È DEFINITO.	
17.1	GENERALITÀ.....	ERRORE. IL SEGNALIBRO NON È DEFINITO.
18.	OPERE A VERDE	99
18.1.1	Idrosemine	99
18.1.2	Protezione delle piante esistenti da conservare	100

18.1.3	Salvaguardia della vegetazione esistente	100
18.2	PRESCRIZIONI GENERALI	100
18.2.1	Direzione tecnica di cantiere specialistica	100
18.2.2	Mantenimento delle opere	100
18.3	NORME DI MISURAZIONE E ACCETTAZIONE DEI MATERIALI	101
18.3.1	Premessa	101
18.3.2	Norme per la misurazione dei lavori	101
18.3.3	Misurazioni aree prative od inerbite	102
18.3.4	Qualità del materiale	102
18.4	MODO DI ESECUZIONE DELLE CATEGORIE PRINCIPALI DI LAVORO	105
18.4.1	Prescrizioni tecniche per l'esecuzione dei lavori	105
18.4.2	Rilievi - capisaldi - tracciati	107
18.4.3	Salvaguardia delle condizioni agronomiche nelle aree verdi	107
18.4.4	Tutela della vegetazione esistente	108
18.4.5	Danni causati alle piante	109
18.5	LAVORAZIONE DEL TERRENO, SCAVI E MOVIMENTI TERRA	109
18.5.1	Lavorazioni del terreno - dissodamento del suolo nelle aree destinate a verde	109
18.6	INTERVENTI SULLA VEGETAZIONE ESISTENTE O DI NUOVO IMPIANTO	111
18.6.1	Potature	111
18.7	PIANTUMAZIONE	112
18.7.1	Condizioni di piantagione	112
18.7.2	Picchettamento	112
18.7.3	Trasporto del materiale vegetale e deposito temporaneo in cantiere	112
18.7.4	Epoca di messa a dimora delle piante	113
18.7.5	Messa a dimora di piante su alloggi singoli	113
18.7.6	Protezione delle piante messe a dimora	116
18.7.7	Messa a dimora di aiuole, siepi, cespugli	116
18.8	PRATI ED INERBIMENTI	117
18.8.1	Condizioni ed operazioni preliminari	117
18.8.2	Epoche di semina	117
18.8.3	Preparazione del letto di semina	117
18.8.4	Operazioni di semina	118
18.9	OPERE DI INGEGNERIA NATURALISTICA	118
18.9.1	Generalità	118
18.9.2	Inerbimento protetto con georete in cocco	119
18.10	GARANZIE SPECIFICHE PER GLI ELEMENTI VIVI (PIANTE E PRATI)	120
18.10.1	Gratuita manutenzione fino alla consegna dell'opera	120
18.10.2	Inizio degli interventi previsti dal piano di mantenimento	120
18.10.3	Verifica degli interventi di manutenzione	120
18.10.4	Principali interventi di manutenzione delle opere a verde	120
18.10.5	Manutenzione delle piante	120
18.10.6	Concimazioni alle piante	121
18.11	GARANZIA DI FORMAZIONE DEI PRATI E DEGLI INERBIMENTI	122
18.11.1	Definizione	122
18.11.2	Interventi di ripristino	122
18.11.3	Verbale di formazione di prati ed inerbimenti	122
18.12	VERIFICA DI REGOLARE ESECUZIONE DEI LAVORI PREVISTI IN GARANZIA	122

18.12.1 Garanzia di attecchimento delle piante di nuovo impianto	123
--	-----

1. NORME GENERALI PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI

1.1 Generalità

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

Nell'esecuzione dei lavori l'Impresa è altresì obbligata ad osservare ed a far osservare dal proprio personale tutte le norme antinfortunistiche e sulla sicurezza del lavoro vigenti all'epoca dell'appalto, nonché quelle specificatamente indicate nei piani di sicurezza e di coordinamento di cui all'art. 100 del D.Lgs 81/2008.

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

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

1.2 Ordine da tenersi nell'avanzamento lavori

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

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

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

1.3 Lavori eseguiti ad iniziativa dell'Impresa

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

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

applicata una adeguata riduzione del prezzo in sede di contabilizzazione, sempre che l'opera sia accettabile senza pregiudizio e salve le determinazioni definitive dell'organo di collaudo.

1.4 Preparazione dell'area di cantiere e dei lavori

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

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

1. QUALITÀ, PROVENIENZA E PROVA DEI MATERIALI

I materiali (intesi come materiali, prodotti, composti, forniture, componenti, ecc.) devono corrispondere alle prescrizioni del presente Capitolato Speciale ed essere della migliore qualità. Tutti i materiali possono essere messi in opera solamente dopo l'accettazione del Direttore Lavori.

1.1 Accettazione dei materiali

I materiali da impiegare nei lavori dovranno essere:

prequalificati corredandoli di tutti i certificati di prove sperimentali o di dichiarazioni a cura del Produttore necessari ad attestare, prima dell'impiego, la loro conformità in termini di caratteristiche meccanico-fisico-chimiche alle prescrizioni del presente Capitolato Speciale;

identificati riportando le loro caratteristiche nel Documento di Trasporto con cui il materiale viene consegnato in cantiere o a piè d'opera. L'Appaltatore dovrà consegnare alla Direzione Lavori una copia del DdT (Documento di Trasporto) e dell'eventuale documentazione allegata;

certificati mediante la documentazione di attestazione rilasciata da un Ente terzo indipendente (Marcatura CE) ovvero, ove previsto, autocertificati dal Produttore. L'Appaltatore dovrà consegnare alla Direzione Lavori una copia dei certificati;

accettati dal Direttore Lavori mediante controllo delle certificazioni cui ai punti precedenti e mediante prove sperimentali di accettazione;

ulteriormente verificati nel caso in cui il Direttore Lavori ravvisi difformità nella fornitura dei materiali, nelle lavorazioni o nell'opera ultimata rispetto a quanto richiesto dal presente Capitolato Speciale.

Tutti gli oneri per prelievi, prove di laboratorio e certificati relativi ai punti a), b), c), d) ed e) rimangono ad esclusivo carico dell'Appaltatore mentre le prove di laboratorio e le certificazioni relative al punto d) sono a carico della Committente, permanendo anche per quest'ultime, a carico dell'Appaltatore l'onere dei prelievi, dell'eventuale conservazione dei campioni e delle prove che diano esito negativo.

Nel caso il materiale risulti non conforme agli standard ed ai controlli previsti ai punti a), b), c) o d), lo stesso non sarà ritenuto idoneo all'impiego e dovrà essere immediatamente allontanato dal cantiere, sostituendolo con altra fornitura che corrisponda alle caratteristiche volute. Le opere già costruite utilizzando materiale non conforme dovranno essere demolite a totale cura e spese dell'Appaltatore.

Nonostante l'accettazione dei materiali da parte della Direzione Lavori, l'Appaltatore resta totalmente responsabile della riuscita delle opere anche per quanto può dipendere dai materiali stessi.

1.2 Conformità e Non Conformità al Capitolato Speciale

Il presente Capitolato Speciale determina le caratteristiche dei materiali e le modalità esecutive ritenute idonee per eseguire le lavorazioni in modo conforme alle aspettative di qualità del Committente.

Il Personale della Direzione Lavori è preposto a rilevare, utilizzando un apposito modulo di “Non Conformità”, gli scostamenti riscontrati nei materiali utilizzati, nelle forniture, nelle caratteristiche di una parte dell’opera o nelle sue modalità esecutive, rispetto alle prescrizioni del Progetto e del Capitolato Speciale. Le lavorazioni oggetto di procedura di “Non Conformità” non verranno contabilizzate fino a quando il Direttore dei Lavori dichiarerà la chiusura della procedura, attestando l’intervenuta risoluzione della non conformità. Le “Non Conformità” che non troveranno risoluzione causeranno la demolizione dell’opera non conforme.

1.3 Impiego dei materiali

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

Nel caso sia stato autorizzato per ragioni di necessità o convenienza da parte del Direttore dei Lavori l'impiego di materiali o componenti aventi qualche carenza nelle dimensioni, nella consistenza o nella qualità, ovvero sia stata autorizzata una lavorazione di minor pregio, viene applicata una adeguata riduzione del prezzo in sede di contabilizzazione, sempre che l'opera sia accettabile senza pregiudizio e salve le determinazioni definitive dell'organo di collaudo.

1.4 Provvista dei materiali

Se gli atti contrattuali non contengono specifica indicazione, l'Appaltatore è libero di scegliere il luogo ove rifornirsi dei materiali necessari alla realizzazione del lavoro, purché essi abbiano le caratteristiche prescritte dai documenti tecnici allegati al contratto. Le eventuali modifiche di tale scelta non comportano diritto al riconoscimento di maggiori oneri, né all'incremento dei prezzi pattuiti.

Nel prezzo dei materiali sono compresi tutti gli oneri derivanti all'Appaltatore dalla loro fornitura a piè d'opera, compresa ogni spesa per eventuali aperture di cave, estrazioni, trasporto da qualsiasi distanza e con qualsiasi mezzo, occupazioni temporanee, ripristino dei luoghi, indennizzi ed indennità a Terzi.

1.5 Sostituzione dei luoghi di provenienza dei materiali previsti in contratto

Qualora gli atti contrattuali prevedano il luogo di provenienza dei materiali, il Direttore dei Lavori può prescrivere uno diverso, ove ricorrano ragioni di necessità o convenienza.

Qualora i luoghi di provenienza dei materiali siano indicati negli atti contrattuali, l'Appaltatore non può cambiarli senza l'autorizzazione scritta del Direttore dei Lavori, che riporti l'espressa approvazione del Responsabile unico del procedimento.

1.6 Difetti di costruzione

L'Appaltatore deve demolire e rifare a sue spese le lavorazioni che il Direttore Lavori accerta eseguite senza la necessaria diligenza o con materiali diversi da quelli prescritti contrattualmente o che, dopo la loro accettazione e messa in opera, abbiano rivelato difetti o inadeguatezze.

Qualora il Direttore Lavori presuma che esistano difetti di costruzione, può ordinare che le necessarie verifiche siano disposte in contraddittorio con l'Appaltatore che dovrà farsi carico di tutte le attività necessarie a consentire l'espletamento delle verifiche. Quando i vizi di costruzione siano accertati, le spese delle verifiche sono a carico dell'Appaltatore, in caso contrario l'Appaltatore ha diritto al rimborso di tali spese e di quelle sostenute per il ripristino della situazione originaria, con esclusione di qualsiasi altro indennizzo o compenso.

1.7 DICHIARAZIONE DI CONFORMITA' E MARCATURA CE

I prodotti che riportano la marcatura CE, che ne attesta l'idoneità per un dato impiego previsto, secondo un insieme di prestazioni minime che si rifanno ai requisiti essenziali della Direttiva 89/106/CE, beneficiano di presunzione di rispondenza alle caratteristiche dichiarate.

1.8 Marcatura CE - Materiali

Tutti i materiali forniti dall'Appaltatore da impiegare nei lavori dovranno presentare, ove previsto dalla Normativa italiana vigente alla data dell'offerta, la Marcatura CE, a garanzia della conformità del prodotto a tutte le direttive e norme ad esso applicabili.

Materiali non rispondenti a tale requisito, non saranno ritenuti idonei all'impiego e dovranno essere immediatamente allontanati dal cantiere, sostituendoli con altri che corrispondano alle caratteristiche volute. L'utilizzo di un prodotto sprovvisto di Marcatura CE dovrà essere preventivamente autorizzato dal Direttore Lavori previa motivata richiesta scritta dell'Appaltatore.

1.9 Marcatura CE - Macchinari

Tutti i macchinari, impianti, equipaggiamenti, dispositivi, strumenti e attrezzature da impiegare nei lavori dovranno presentare la Marcatura CE, a garanzia della conformità del prodotto a tutte le direttive e norme ad esso applicabili.

Macchinari sprovvisti della Marcatura CE o immessi sul mercato prima dell'entrata in vigore della Marcatura CE non saranno ritenuti idonei all'impiego e dovranno essere immediatamente allontanati dal cantiere, sostituendoli con altri che corrispondano alle caratteristiche volute.

L'utilizzo di un prodotto sprovvisto di Marcatura CE dovrà essere preventivamente autorizzato dal Direttore Lavori previa motivata richiesta scritta dell'Appaltatore.

2. PIANIFICAZIONE DEI LAVORI

Ferma restando la piena autonomia dell'Appaltatore sulla conduzione del cantiere, è prevista la consegna alla Direzione Lavori dei seguenti strumenti di controllo dell'andamento dei lavori:

2.1 *Programma bisettimanale*

In aggiunta al Programma Esecutivo dei Lavori previsto dal Contratto ed alle sue periodiche revisioni, l'Appaltatore per l'intera durata del cantiere dovrà presentare un "Cronoprogramma Bisettimanale" sul quale sarà rappresentato un diagramma Gaant delle attività della settimana in corso e di quella successiva.

Convenzionalmente le settimane sono definite dalle ore 0,00 del lunedì alle ore 24,00 della domenica successiva.

Il cronoprogramma bisettimanale dovrà essere presentato per approvazione al Direttore Lavori almeno quattro giorni prima dell'inizio di ciascuna settimana. Ogni variazione rispetto a quanto programmato dovrà essere tempestivamente comunicata in forma scritta alla Direzione Lavori. In caso di mancata trasmissione del programma o dei cambiamenti a questo apportati, la Direzione Lavori riterrà non conformi le lavorazioni eseguite, avviando le relative procedure.

2.2 *Fasi vincolate e segnalate*

Il presente Capitolato Speciale indica una serie di lavorazioni che, per la loro specificità, potranno essere effettuate solo in presenza degli Incaricati della Direzione Lavori (cosiddette "fasi vincolate") o solo dopo aver informato via fax, con anticipo di almeno 24 ore, la Direzione Lavori (cosiddette "fasi segnalate").

Nel programma bisettimanale l'Appaltatore dovrà evidenziare le attività soggette a fasi vincolate o segnalate in modo che la Direzione Lavori possa organizzare per tempo i propri impegni.

Le lavorazioni soggette a fase vincolata realizzate dall'Appaltatore in assenza della Direzione Lavori saranno oggetto di procedura di "Non Conformità".

Le lavorazioni soggette a fase segnalata, correttamente annunciate dall'Appaltatore, potranno venire eseguite anche in assenza della Direzione Lavori una volta trascorso l'orario indicato nella comunicazione dell'Appaltatore. Le lavorazioni non correttamente segnalate o realizzate in anticipo rispetto all'orario indicato, saranno oggetto di procedura di "Non Conformità".

2.2.1 *Fasi vincolate*

- piano degli scavi di fondazione (prove su piastra, ..);
- bonifica fondazione stradale;
- piano di posa rilevati (prove su piastra, ..);
- piano di posa fondazione pavimentazione (prove su piastra, ..);
- getti in cls delle fondazioni (plinti, pozzi, ...);
- armature con materiali compositi fibrosi;
- iniezione cavi di precompressione;
- posa apparecchi d'appoggio e giunti;

- tesatura tiranti.

2.2.2 Fasi Segnalate

- demolizioni di strutture e fabbricati;
- campi di preconsolidamento in sotterraneo;
- getti in cls delle elevazioni (pile, pulvini, impalcati, setti, ..);
- fondazione della pavimentazione stradale (stabilizzati, misti cementati, ..);
- pavimentazioni in conglomerato bituminoso.

2.3 Piano di Impiego dei Macchinari

Prima dell'inizio di ciascuna lavorazione, l'Appaltatore dovrà presentare per approvazione al Direttore Lavori il "Piano di Impiego" di tutti i macchinari, impianti, equipaggiamenti, dispositivi, strumenti e attrezzature che intende utilizzare.

Il Piano di Impiego è composto dall'elenco delle attrezzature che saranno utilizzate, corredato dai seguenti documenti (per ciascuna attrezzatura):

- a. Contratto di noleggio o copia conforme del libro cespiti dell'Appaltatore che ne attesti la proprietà e da cui dovrà essere individuabile il valore di ammortamento annuo ed il valore residuo dell'attrezzatura;
- b. Marcature CE;
- c. libretti di uso e manutenzione, riportanti n° di matricola e caratteristiche tecniche del macchinario;
- d. elaborati progettuali e relazioni di calcolo (per ponteggi, casseforme, carri varo, impianti betonaggio, ...);
- e. attestati di revisione/verifica e certificati di taratura;
- f. eventuali autorizzazioni amministrative (messa in servizio, emissioni in atmosfera, scarichi idrici, ecc...).

2.4 Procedure di lavoro

Prima dell'inizio di ciascuna lavorazione che sia di particolare rilevanza tecnico-economica (secondo il giudizio della Direzione Lavori) o che richieda operazioni ripetute ed il cui svolgimento temporale si sviluppi oltre due settimane l'Appaltatore dovrà allegare al cronoprogramma bisettimanale di cui al presente articolo, per approvazione del Direttore Lavori, una relazione che:

- a. descriva la lavorazione (anche utilizzando appositi elaborati grafici) indicando i documenti progettuali di riferimento;
- b. definisca il metodo di esecuzione, la sequenza delle attività da porre in opera e le fasi rispetto ad altre attività previste nello stesso periodo;
- c. precisi la composizione della Manodopera da utilizzare dichiarando il nominativo del Responsabile o del Capo Squadra;
- d. precisi i materiali da utilizzare, descrivendone le caratteristiche ed allegandone le relative schede sicurezza prodotto;
- e. definisca i controlli da eseguire in corso d'opera;
- f. precisi i macchinari da utilizzare, allegandone il Piano di Impiego.

2.5 AS -BUILT

Ai fini di agevolare il controllo della pianificazione dei lavori da parte della D.L., l'Appaltatore è tenuto a presentare con cadenza mensile, o su richiesta della D.L., le tavole aggiornate che illustrino le lavorazioni effettuate.

3. CARATTERISTICHE DEI VARI MATERIALI

3.1 Generalità

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

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

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

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

I materiali da impiegare nei lavori dovranno avere i requisiti fissati qui di seguito e negli articoli successivi; dovranno pertanto essere forniti di una idonea certificazione d'origine, che attesti la conformità delle proprie caratteristiche alle specifiche richieste nelle presenti Norme.

Nel caso di mancanza di tale certificazione, il materiale non verrà ritenuto idoneo all'impiego ed immediatamente allontanato dal cantiere, a totale cura e spese dell'Appaltatore.

In caso di difformità con quanto fissato nel presente articolo, varrà quanto prescritto dalla Norma specifica.

3.2 Acqua

Dovrà essere dolce, limpida, non inquinata da materie organiche o comunque dannose all'uso cui l'acqua medesima è destinata e rispondere ai requisiti stabiliti dalle norme tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della Legge n°1086/1971 e alla UNI-EN 1008.

3.3 Leganti idraulici - Calci aeree – Pozzolane

Dovranno corrispondere alle prescrizioni:

- della Legge n°595/1965;
- delle "Norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova dei leganti idraulici" D.M. 14/01/1966, modificato con D.M. 03/06/1968, D.M. 31/08/1972, D.M. 13/09/1993;
- delle "Norme per l'accettazione delle calci aeree" R.D. n°2231/1939;
- delle "Norme per l'accettazione delle pozzolane e dei materiali a comportamento pozzolanico", R.D. n°2230/1939;
- UNI EN 197-1 (2011);

I materiali dovranno trovarsi, al momento dell'uso in perfetto stato di conservazione.

Il loro impiego nella preparazione di malte e conglomerati cementizi dovrà avvenire con l'osservanza delle migliori regole dell'arte.

3.4 Ghiaia, ghiaietto, pietrischi, sabbia per opere murarie

Dovranno essere provvisti di marcatura CE e conformi alla norma UNI-EN 8520-2.

Le dimensioni massime degli aggregati costituenti la miscela dovranno essere inerti assortiti con diametro massimo di 30mm (D30), compatibili con quanto prescritto nel D.M. 14/01/2008 e D.M. 17/01/2018 e in ogni caso le maggiori fra quelle previste come compatibili per la struttura a cui il conglomerato cementizio è destinato.

Per le caratteristiche di forma valgono le prescrizioni fissate dall'art. 2 delle Norme citate nel seguente comma D).

Si tratta di materiali da impiegarsi nella formazione dei conglomerati cementizi, escluse le pavimentazioni.

3.5 Pietrischi, graniglie, sabbie, additivi per pavimentazioni

Dovranno soddisfare ai requisiti stabiliti nelle corrispondenti "Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali" del C.N.R. (Fascicolo n°4, Ed. 1953 ed eventuali successive modificazioni ed integrazioni) ed essere rispondenti alle specifiche riportate nelle rispettive norme di esecuzione lavori.

3.6 Pietra naturale

Le pietre naturali da impiegarsi nella muratura e per qualsiasi altro lavoro dovranno essere a grana compatta ed ognuna monda da cappellaccio, esenti da piani di sfaldamento, senza screpolature, peli, venature, inclusioni di sostanze estranee; dovranno avere dimensioni adatte al particolare loro impiego ed offrire una resistenza proporzionata all'entità della sollecitazione cui devono essere assoggettate.

Saranno escluse le pietre alterabili all'azione degli agenti atmosferici e dell'acqua corrente.

Dovranno corrispondere alle norme di cui al R.D. del 16/11/1939 n. 2232 e s.m.i.. Le pietre da taglio, oltre a possedere gli accennati requisiti e caratteri generali, dovranno essere sonore alla percussione, immuni da fenditure e litoclasti e di perfetta lavorabilità.

3.7 Terre per la formazione dei rilevati e per gli strati della sovrastruttura

Le terre debbono identificarsi mediante la loro granulometria, i limiti di Atterberg che determinano la percentuale di acqua in corrispondenza della quale la frazione fine di una terra (passante al setaccio 0,42 mm n. 40 ASTM 0,4 UNI 2332) passa dallo stato solido allo stato plastico (limite di plasticità WP) e dallo stato plastico allo stato liquido (limite di liquidità WL) nonché dall'indice di plasticità (IP, pari alla differenza tra i due limiti anzidetti). Tali limiti si determinano con le modalità di prova descritte nelle norme CNR-UNI 10014. Ai fini della classificazione e dell'impiego nei rilevati o negli strati di sottofondo, si farà riferimento alla classifica AASHO adottata dalle norme CNR UNI 10006.

Per quanto riguarda l'impiego negli strati della sovrastruttura si farà riferimento, salvo più specifiche prescrizioni della Direzione Lavori, alle seguenti caratteristiche:

- strati di fondazione in miscela granulometrica: ghiaia (o pietrisco), sabbia, argilla; la miscela dovrà essere interamente passante al setaccio da 75 mm ed essere passante almeno per il 50 % al setaccio da 10 mm, dal 25 % al 50 % al setaccio n. 4 ASTM, dal 20 % al 40 % al setaccio n. 10 ASTM, dal 10 % al 25 % al setaccio n. 40 ASTM, dal 3 % al 10 % al setaccio n. 200 ASTM. L'indice di plasticità dovrà essere nullo, il limite di liquidità non deve superare 25 e la frazione passante al setaccio n. 200 ASTM non dovrà superare i due terzi della frazione passante al setaccio n. 40. Inoltre, l'aggregato grosso deve essere costituito da elementi non friabili, aventi un coefficiente Deval non inferiore a 8. Se si tratta di ghiaia le cui dimensioni non consentono di ricavare materiale poliedrico di dimensioni sufficienti per eseguire la prova Deval, si eseguirà la determinazione del coefficiente di frantumazione che non dovrà essere maggiore di 180.
- strati di base in miscela granulometrica: ghiaia (pietrisco), sabbia argilla, la miscela dovrà essere completamente passante al setaccio da 25 mm, essere passante per almeno il 65 % al setaccio da 10 mm, dal 55 % al 85 % al setaccio n. 4 ASTM, dal 40 % al 50 % al setaccio n. 10, dal 25 % al 45 % al setaccio n. 40 ASTM, dal 10 % al 25 % al setaccio n. 200 ASTM. L'indice di plasticità dovrà essere inferiore a 4, il limite di liquidità non deve superare 35 e la

frazione passante al setaccio n. 200 ASTM non dovrà superare i due terzi della frazione passante al setaccio n. 40 ASTM. Inoltre l'aggregato grosso deve essere costituito da elementi non friabili, aventi un coefficiente Deval non inferiore a 10. Se si tratta di ghiaia le cui dimensioni non consentono di ricavare materiale poliedrico di dimensioni sufficienti per eseguire la prova Deval, si eseguirà la determinazione del coefficiente di frantumazione che non dovrà essere maggiore di 160.

Le caratteristiche meccaniche delle miscele dovranno essere controllate con la prova CBR (Norme CNR UNI 10009). Il materiale costipato alla densità massima AASHO modificata e saturato con acqua dopo 4 giorni di immersione, dovrà possedere un indice CBR maggiore di 30 per gli strati di fondazione e maggiore di 60 per gli strati di base: dopo l'immersione in acqua, non si dovranno avere rigonfiamenti in volume superiori allo 0,5 %. Per tutte le prove si farà comunque riferimento alle vigenti norme CNR; i controlli saranno eseguiti su richiesta della Direzione Lavori.

3.8 **Materiali ferrosi e metalli vari**

saranno esenti da scorie, soffiature, saldature e da qualsiasi altro difetto. Gli acciai per c.a., c.a.p. e carpenteria metallica dovranno soddisfare ai requisiti stabiliti dalle Norme UNI EN 10025/05 per i laminati, UNI EN 10210/06 per i tubi senza saldatura e UNI EN 10219/06 per i tubi saldati. Per le armature del c.a. s'impiega un acciaio in barre a aderenza migliorata del tipo B450C controllato in stabilimento (conforme al D.M. 14/01/2008 e D.M. 17/01/2018), con caratteristiche:

Tensione caratt. di snervamento: $f_{yk} \geq 430 \text{ N/mm}^2$

Tensione caratt. di rottura: $f_{tk} \geq 540 \text{ N/mm}^2$

Allungamento uniforme al carico max.: $\varepsilon_{su,k} > 7,5\%$

$1,15 < f_t/f_y < 1,35$

$f_{y,eff} / f_{y,nom} < 1,25$.

Il lamierino di ferro per formazione di guaine per armature per c.a.p. dovrà essere del tipo laminato a freddo, di qualità extra dolce ed avrà spessore di 0.2mm.

I bulloni normali saranno conformi per le caratteristiche dimensionali alle norme della serie UNI EN 14399.

I tubi in acciaio senza saldatura, per costruzioni meccaniche, dovranno soddisfare la norma UNI EN 100210 ed essere del tipo S355.

3.9 **Acciaio inossidabile**

Dovrà presentare elevata resistenza alla corrosione ed al calore e rispondere, per composizione chimica, caratteristiche e prescrizioni generali, alla norma UNI EN 10088-1:2014.

Le lamiere in acciaio inox saranno laminate a freddo a norma UNI EN 10088-2:2014.

La designazione degli acciai è fatta per composizione chimica, dove «x» sta per «acciaio legato», il primo numero indica la percentuale di carbonio moltiplicato per 100 ed i numeri finali indicano i tenori degli elementi di lega in %.

Oltre alla classificazione UNI verrà abitualmente usata anche la classificazione AISI (American Iron and Steel Institute).

3.10 Acciaio zincato:

profilati, lamiere e tubi in acciaio, di qualsiasi sezione, spessore o diametro, tanto in elementi singoli quanto assemblati in strutture composte, dovranno essere zincati per immersione in zinco fuso, nel rispetto delle prescrizioni della norma di unificazione Progetto SS UNI E 14.07.000 (rivestimenti metallici protettivi applicati a caldo - rivestimenti di zinco ottenuti per immersione su oggetti diversi, fabbricati in materiale ferroso).

Per tutti i manufatti in lamiera zincata quali coperture, condotti, canali di gronda, converse, scossaline, compluvi, infissi, serrande, serbatoi per acqua e simili, se non altrimenti disposto dovranno essere impiegate lamiere zincate secondo il procedimento Sendzimir.

Lo strato di zincatura, inteso come massa di zinco, espressa in grammi al metro quadrato, presente complessivamente su ciascuna faccia della lamiera, se non diversamente specificato, non dovrà essere inferiore a:

190g/mq per zincatura normale;

300g/mq per zincatura pesante.

3.11 Alluminio e leghe leggere:

Per laminati, trafilati o sagomati non estrusi dovrà essere impiegato alluminio primario di cui alla norma UNI 4507 - «Alluminio primario ALP 99.5 da lavorazione plastica».

Leghe leggere da lavorazione plastica resistenti alla corrosione dovranno corrispondere alle norme UNI 3569-66 o UNI 3571.

3.12 Alluminio anodizzato

Dovrà risultare conforme alla norma UNI 4522-66 «Rivestimenti per ossidazione anodica dell'alluminio e sue leghe. Classificazione, caratteristiche e collaudo».

Gli strati normalizzati di ossido anodico saranno definiti mediante una sigla (OTO, BRI, ARP, ARC, ARS, IND, VET rispettivamente per strato: ottico, brillante, architettonico lucido, architettonico spazzolato, architettonico satinato chimicamente, industriale grezzo, vetroso), un numero che ne indica la classe di spessore e l'eventuale indicazione della colorazione.

Per gli strati architettonici la norma prevede quattro classi di spessore:

Classe 5: spessore strato min. 5 µm;

Classe 10: spessore strato min. 10 µm;

Classe 15: spessore strato min. 15 µm;

Classe 20: spessore strato min. 20 µm.

Di queste la prima verrà impiegata in parti architettoniche per usi interni di non frequente manipolazione, la seconda per parti architettoniche esposte all'atmosfera con manutenzione periodica, la terza in parti esposte ad atmosfere industriali o marine e la quarta, di tipo rinforzato, in atmosfere particolarmente aggressive.

3.13 Rame

Lamiere, nastri e fili saranno conformi alle UNI 3310/2^a/3^a/46 - 72.

4. SCAVI E REINTERRI

4.1 Generalità

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

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

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

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

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

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

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

4.2 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.

L'avanzamento degli scavi dovrà essere sviluppato in modo da prevedere la stesa del terreno vegetale e gli inerbimenti per tratti, alla prima stagione utile.

Resta in ogni caso stabilito che il sistema adottato, ed in special modo la successione delle varie fasi di lavoro, dovrà essere rispondente alle migliori norme di esecuzione per i lavori del genere,

in relazione alle caratteristiche dei terreni da attraversare e al tempo stabilito per l'ultimazione di tutte le opere connesse.

4.3 **Classificazioni degli scavi**

Gli scavi saranno classificati come più sotto indicato:

- Scavo in roccia: si considera "roccia" un blocco di materiale con volume maggiore di 0,75 m³ e di resistenze e struttura tale da non poter essere rimosso e demolito senza l'uso di esplosivi o di martelli demolitori e che conserva la sua compattezza ed una elevata resistenza meccanica anche dopo una prolungata esposizione all'azione dell'acqua e di altri agenti atmosferici.
- Scavo di terreno sciolto di qualsiasi natura: si considera terreno sciolto qualsiasi materiale che non sia la roccia sopra indicata. Rientrano in questa categoria di scavi anche i pezzi isolati di roccia inferiori a 0,75 m³.
- Scavo in acqua: si considera scavo in acqua quello eseguito oltre 20 cm al di sotto del livello di equilibrio delle acque sotterranee (falda) entro lo scavo.

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

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

4.4 **Tipi di scavi**

- Scavi di sbancamento: per scavo di sbancamento s'intende in genere qualsiasi scavo a sezione aperta realizzato in vasta superficie, che permetta l'impiego di normali mezzi meccanici e l'allontanamento delle materie di scavo, sia pure con la formazione di rampe e di gradinate provvisorie, aventi lo scopo di consentire l'accesso ed il corretto funzionamento dei mezzi meccanici, che saranno eseguite a carico dell'impresa. Saranno considerati scavi di sbancamento quelli occorrenti per lo spianamento e la sistemazione del terreno, per la sistemazione dei piazzali, per la formazione dei piani d'appoggio delle platee di fondazione, su cui dovranno sorgere le opere di regimazione idraulica quali briglie, traverse, soglie, pennelli etc., i ponti le costruzioni stradali e le costruzioni civili in genere, dei relativi vespai e delle opere di drenaggio. Saranno considerati scavi di sbancamento quelli che si trovino al di sotto del piano

campagna, quando gli scavi rivestano i caratteri sopra citati, compresi quelli da effettuarsi all'interno degli alvei dei corsi d'acqua.

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

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

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

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

4.5 Materiale scavato e discariche

Il materiale scavato, depurato delle quantità riutilizzate durante i lavori, resterà di proprietà dell'Amministrazione appaltante. Il prezzo compensa tutti gli oneri indicati nella relativa voce di prezzo. La Direzione Lavori giudicherà dell'eventuale impiego del materiale scavato per l'utilizzo dello stesso, se di idonee caratteristiche geomeccaniche, nella formazione di rilevati o rinterri inerenti alla realizzazione delle opere.

Il materiale destinato a futura utilizzazione in cantiere dovrà essere sistemato nelle aree disponibili all'interno del cantiere. Senza compenso supplementare dovrà essere effettuato, inoltre, il distendimento e la sistemazione del terreno di risulta degli scavi nell'ambito del cantiere, se richiesto dalla Direzione Lavori.

Il materiale in esubero dovrà essere allontanato senza indugio. Spese per prove, indagini, caratterizzazioni e certificati a norma di legge sono a completo carico dell'appaltatore.

Il materiale scavato, non oggetto di riutilizzo, dovrà essere allontanato dal cantiere, a norma di legge, quanto prima. L'Appaltatore dovrà tenere apposito registro per garantire la tracciabilità di tutti i materiali di scavo (zona di escavazione, data, analisi e certificati di riferimento, destinazione, quantità ed eventuali altre informazioni richieste dalla D.L.) e trasmetterli periodicamente e a richiesta al Direttore dei Lavori in formato digitale e cartaceo, insieme ai documenti citati ed ai certificati.

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

4.6 Smottamenti

L'impresa prenderà tutte le precauzioni possibili ed userà i metodi di scavo più idonei allo scopo di evitare smottamenti oltre le linee indicate nei disegni di progetto o approvate dalla 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.

4.7 Rinterri

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. Tutti i materiali impiegati saranno preventivamente approvati dalla Direzione Lavori.

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

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

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

4.8 Riposizionamento terreno di coltivo

Il terreno di coltivo degli strati più superficiali durante le operazioni di scavo verrà rimosso e accatastato e utilizzato come rivestimento delle sponde dell'opera. Questo consentirà l'ottimale rinverdimento delle stesse.

Durante le lavorazioni si provvederà pertanto all'accatastamento controllato del materiale asportato in cumuli di altezza non superiore a 2.0 m, evitando così l'eccessiva compattazione del materiale posto alla base dei cumuli.

5. FORMAZIONE DI RILEVATI

5.1 Generalità

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

5.2 Caratteristiche dei materiali

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

In casi di accertata impossibilità di ottenere adeguate caratteristiche geotecniche con l'utilizzo di tale materiale, sarà facoltà della Direzione Lavori individuare aree alternative di prelievo e stabilire eventuali percentuali di miscelazione con il materiale di cui sopra, senza nulla pretendere.

In casi di accertata impossibilità di ottenere una classe di rilevato superiore a quella con classifica A-3 È facoltà dell'Ufficio di Direzione Lavori di accettare il materiale posto in opera, prescrivendo uno spessore non inferiore a 20 cm di terreno vegetale ove previsto.

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

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

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

5.3 Modalità esecutive

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

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

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

5.4 Prove di accettazione e controllo

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

6. OPERE IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO

6.1 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

D.M. 14/01/08 “Norme Tecniche per le Costruzioni”	
D.M. 17/01/18 “Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni”	
Linee Guida per il Calcestruzzo Preconfezionato	
Linee Guida sul Calcestruzzo Strutturale	
Linee Guida sui Calcestruzzi Strutturali ad Alta Resistenza	
Linee Guida per la messa in opera del Calcestruzzo Strutturale	
UNI EN 206:2016	<i>Calcestruzzo - Specificazione, prestazione, produzione e conformità</i>
UNI 11104:2016	<i>Calcestruzzo - Specificazione, prestazione, produzione e conformità - Specificazioni complementari per l'applicazione della EN 206</i>
UNI EN 197-1: 2011	<i>Cemento - Parte 1: Composizione, specificazioni e criteri di conformità per cementi comuni</i>
UNI 9156:2015	<i>Cementi resistenti ai solfati - Classificazione e composizione</i>
ISO 9001:2015	<i>Sistema di gestione per la qualità. Requisiti</i>
UNI 8520 Parte 1 e 2	<i>Aggregati per calcestruzzo-Istruzioni complementari per l'applicazione in Italia della norma UNI-EN 12620 – Requisiti</i>
UNI EN 1008:2003	<i>Acqua d'impasto per il calcestruzzo</i>
UNI EN 934-2	<i>Additivi per calcestruzzo</i>
UNI EN 450	<i>Ceneri volanti per calcestruzzo</i>
UNI-EN 13263 parte 1 e 2	<i>Fumi di silice per calcestruzzo</i>
UNI EN 12350-2	<i>Determinazione dell'abbassamento al cono</i>
UNI EN 12350-5	<i>Determinazione dello spandimento alla tavola a scosse</i>
UNI EN 12350-7	<i>Misura del contenuto d'aria sul calcestruzzo fresco</i>
UNI 7122	<i>Calcestruzzo fresco. Determinazione della quantità di acqua d'impasto essudata</i>
UNI EN 12390 Parte 1, 2, 3 e 4	<i>Procedura per il confezionamento dei provini destinati alla valutazione della resistenza meccanica a compressione</i>
UNI EN 13791	<i>Valutazione della resistenza meccanica a compressione del calcestruzzo(in situ) della struttura in opera</i>
UNI EN 12504-1	<i>Prove sul calcestruzzo nelle strutture. Carote: valutazione della resistenza a compressione</i>
EN 10080:2005	<i>Acciaio per cemento armato</i>
UNI EN ISO 15630 -1/2	<i>Acciai per cemento armato: Metodi di prova</i>
EUROCODICE 2- UNI ENV 1992	<i>Progettazione delle strutture in c.a.</i>
UNI ENV 13670-1	<i>Execution of concrete structures</i>
UNI 8866	<i>Disarmanti</i>

6.2 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

6.2.1 Cementi

Tutti i manufatti in c.a. e c.a.p. potranno essere eseguiti impiegando unicamente cementi provvisti di attestato di conformità CE che soddisfino i requisiti previsti dalla norma UNI EN 197-1.

Qualora vi sia l'esigenza di eseguire getti massivi, al fine di limitare l'innalzamento della temperatura all'interno del getto in conseguenza della reazione di idratazione del cemento, sarà opportuno utilizzare cementi comuni a basso calore di idratazione contraddistinti dalla sigla LH contemplati dalla norma UNI EN 197-1.

Se è prevista una classe di esposizione XA, secondo le indicazioni della norma UNI EN 206 e UNI 11104, conseguente ad un'aggressione di tipo solfatico o di dilavamento della calce, sarà necessario utilizzare cementi resistenti ai solfati o alle acque dilavanti in accordo con la UNI 9156 o la UNI 9606.

Per getti di calcestruzzo in sbarramenti di ritenuta di grandi dimensioni si dovranno utilizzare cementi di cui all'art.1, lett.c, della L. n°595/65 o, al momento del recepimento nell'ordinamento italiano, cementi a bassissimo calore di idratazione VHL conformi alla norma UNI EN 14216.

6.2.1.1 Controllo della documentazione

In cantiere o presso l'impianto di confezionamento del calcestruzzo è ammessa esclusivamente la fornitura di cementi di cui al punto precedente.

Tutte le forniture di cemento devono essere accompagnate dall'attestati di conformità CE.

Le forniture effettuate da un intermediario, ad esempio un importatore, dovranno essere accompagnate dall'Attestato di Conformità CE rilasciato dal produttore di cemento e completato con i riferimenti ai DDT dei lotti consegnati dallo stesso intermediario.

Il Direttore dei Lavori è tenuto a verificare periodicamente quanto sopra indicato, in particolare la corrispondenza del cemento consegnato, come rilevabile dalla documentazione anzidetta, con quello previsto nel Capitolato Speciale di Appalto e nella documentazione o elaborati tecnici specifici.

Nel caso di getti in calcestruzzo per sbarramenti di ritenuta, le disposizioni del presente articolo si applicano assumendo, in luogo dell'Attestato di Conformità CE, una attestazione di conformità all'art.1, lett. c, della L. n°595/65 rilasciata dal produttore di cemento.

6.2.1.2 Controllo di accettazione

Il Direttore dei Lavori potrà richiedere controlli di accettazione sul cemento in arrivo in cantiere nel caso che il calcestruzzo sia prodotto da impianto di preconfezionamento installato nel cantiere stesso.

Il prelievo del cemento dovrà avvenire al momento della consegna in conformità alla norma UNI EN 196-7.

L'impresa dovrà assicurarsi, prima del campionamento, che il sacco da cui si effettua il prelievo sia in perfetto stato di conservazione o, alternativamente, che l'autobotte sia ancora munita di sigilli; è obbligatorio che il campionamento sia effettuato in contraddittorio con un rappresentante del produttore di cemento.

Il controllo di accettazione di norma potrà avvenire indicativamente ogni 5.000ton di cemento consegnato.

Il campione di cemento prelevato sarà suddiviso in almeno tre parti di cui una verrà inviata ad un Laboratorio Ufficiale di cui all'art 59 del DPR n°380/2001 scelto dalla Direzione Lavori, un'altra è a disposizione dell'impresa e la terza rimarrà custodita, in un contenitore sigillato, per eventuali controprove.

6.2.2 Aggiunte

Per le aggiunte si farà riferimento al punto 4.2 della UNI 11104 ed ai punti 5.1.6 e 5.2.5 della UNI EN 206.

La conformità delle aggiunte alle relative norme dovrà essere dimostrata in fase di verifica preliminare delle miscele (controllo di conformità) e, in seguito, ogni qualvolta la D.L. ne faccia richiesta.

6.2.2.1 Ceneri volanti

Le ceneri provenienti dalla combustione del carbone, ai fini dell'utilizzazione nel calcestruzzo come aggiunte di tipo II, devono essere conformi alla UNI EN 450 e provviste di marcatura CE in ottemperanza alle disposizioni legislative in materia di norma armonizzata. Le ceneri non conformi alla UNI EN 450, ma conformi alla UNI EN 12620 possono essere utilizzate nel calcestruzzo come aggregato.

Ai fini del calcolo del rapporto a/c equivalente il coefficiente k per le ceneri conformi alla UNI EN 450, definito dalla UNI EN 206 verrà desunto in accordo al prospetto 3 della UNI 11104, come riportato nella tabella seguente:

TIPO DI CEMENTO	CLASSI DI RESISTENZA	VALORI DI K
CEM I	32.5 N, R	0.2
CEM I	42.5 N, R - 52.5 N, R	0.4

CEM IIA	32.5 N, R - 42.5 N, R	0.2
CEM IIIA	32.5 N, R - 42.5 N, R	0.2
CEM IVA	32.5 N, R - 42.5 N, R	0.2
CEM VA	32.5 N, R - 42.5 N, R	0.2

Tabella 6.1 - Valori del coefficiente k per ceneri volanti UNI EN 450 (prosp. 3, UNI 11104)

6.2.2.2 Fumo di silice

I fumi di silice provenienti dalle industrie che producono il silicio metallico e le leghe ferro-silicio, ai fini dell'utilizzazione nel calcestruzzo come aggiunte di tipo II, devono essere conformi alla UNI EN 13263 parte 1 e 2 e provviste di marcatura CE in ottemperanza alle disposizioni legislative in materia di norma armonizzata.

Il fumo di silice può essere utilizzato allo stato naturale (in polvere così come ottenuto all'arco elettrico), come sospensione liquida ("slurry") di particelle con contenuto secco del 50% in massa oppure in sacchi di premiscelato contenenti fumo di silice e additivo superfluidificante. Se impiegato in forma di slurry il quantitativo di acqua apportato dalla sospensione contenente fumo di silice dovrà essere tenuto in conto nel calcolo del rapporto acqua/cemento equivalente (paragrafo 6.3.3).

In deroga a quanto riportato dalla norma UNI EN 206 la quantità massima di fumo di silice che può essere considerata agli effetti del rapporto acqua/cemento equivalente e del contenuto di cemento deve soddisfare il requisito:

- fumo di silice $\leq 7\%$ rispetto alla massa di cemento.

Se la quantità di fumi di silice che viene utilizzata è maggiore, l'eccesso non deve essere considerato agli effetti del concetto del valore k.

Ai fini del calcolo del rapporto a/c equivalente il coefficiente k verrà desunto dal prospetto seguente che deve intendersi generalmente riferito a fumi di silice utilizzati nel confezionamento di calcestruzzi impiegando esclusivamente con cementi tipo I e CEM II-A di classe 42,5 e 42,5R conformi alla UNI EN 197-1:

- per un rapporto a/c prescritto $\leq 0,45$ $k = 2,0$
- per un rapporto a/c prescritto $> 0,45$ $k = 2,0$ eccetto $k = 1,0$ per le classi di esposizione XC e XF

La quantità (cemento + k * quantità fumo di silice) non deve essere minore del dosaggio minimo di cemento richiesto ai fini della durabilità in funzione della classe (delle classi) di esposizione ambientale in cui la struttura ricade.

L'impiego di fumo di silice con cementi diversi da quelli sopramenzionati è subordinato all'approvazione preliminare della D.L.

6.2.3 Aggregati

Gli aggregati utilizzabili, ai fini del confezionamento del calcestruzzo, debbono possedere marcatura CE secondo D.P.R. n°246/93 e successivi decreti attuativi.

Gli aggregati debbono essere conformi ai requisiti della normativa UNI 8520-2 con i relativi riferimenti alla destinazione d'uso del calcestruzzo.

La massa volumica media del granulo in condizioni s.s.a. (saturo a superficie asciutta) deve essere pari o superiore a 2600kg/mc. A questa prescrizione si potrà derogare solo in casi di comprovata impossibilità di approvvigionamento locale, purché si continuino a rispettare le prescrizioni in termini di resistenza caratteristica a compressione e di durabilità. Per opere caratterizzate da un elevato rapporto superficie/volume, laddove assume un'importanza predominante la minimizzazione del ritiro igrometrico del calcestruzzo, occorrerà preliminarmente verificare che l'impiego di aggregati di minore massa volumica non determini un incremento del ritiro rispetto ad un analogo conglomerato confezionato con aggregati di massa volumica media maggiore di 2.600Kg/mc. Per i calcestruzzi con classe di resistenza caratteristica a compressione maggiore di C50/60 preferibilmente dovranno essere utilizzati aggregati di massa volumica maggiore di 2600kg/mc.

Gli aggregati dovranno rispettare i requisiti minimi imposti dalla norma UNI 8520 parte 2 relativamente al contenuto di sostanze nocive. In particolare:

- il contenuto di solfati solubili in acido (espressi come SO₃ da determinarsi con la procedura prevista dalla UNI EN 1744-1 punto 12) dovrà risultare inferiore allo 0.2% sulla massa dell'aggregato indipendentemente se l'aggregato è grosso oppure fine (aggregati con classe di contenuto di solfati AS_{0,2});
- il contenuto totale di zolfo (da determinarsi con punto 11 della UNI EN 1744-1) dovrà risultare inferiore allo 0.1%;
- non dovranno contenere forme di silice amorfa alcali-reattiva o in alternativa dovranno evidenziare espansioni su prismi di malta, valutate con la prova accelerata e/o con la prova a lungo termine in accordo alla metodologia prevista dalla UNI 8520-22, inferiori ai valori massimi riportati nel prospetto 6 della UNI 8520 parte 2.

6.2.3.1 *Aggregati di riciclo*

In attesa di specifiche normative sugli aggregati di riciclo è consentito l'uso di aggregati grossi provenienti da riciclo, secondo i limiti di cui alla tabella che segue, a condizione che il calcestruzzo possieda i requisiti reologici, meccanici e di durabilità di cui al paragrafo 6.3.7.

Per le parti rilevanti, devono essere effettuate ogni 100ton di aggregato prodotto e, comunque, negli impianti di riciclo, per ogni giorno di produzione.

ORIGINE DEL MATERIALE DA RICICLO	CLASSE DEL CALCESTRUZZO	PERCENTUALE DI IMPIEGO
Demolizioni di edifici (macerie)	< C8/10	fino al 100%
Demolizioni di solo cls e c.a.	≤ C28/35	≤ 30%
	≤ C20/25	fino al 60%
Riutilizzo di calcestruzzo interno negli stabilimenti di prefabbricazione qualificati	≤ C45/55	fino al 5%

Tabella 6.2 - Percentuali di impiego di aggregati di riciclo (D.M. 14/01/2008)

Al fine di individuare i requisiti chimico-fisici aggiuntivi rispetto a quelli fissati per gli aggregati naturali, che gli aggregati riciclati devono rispettare, in funzione della destinazione finale del calcestruzzo e delle sue proprietà prestazionali, occorrerà fare specifico riferimento alla UNI 8520 parti 1 e 2.

6.2.4 *Acqua di impasto*

Per la produzione del calcestruzzo dovranno essere impiegate le acque potabili e quelle di riciclo conformi alla UNI EN 1008.

6.2.5 *Additivi*

Gli additivi per la produzione del calcestruzzo devono possedere la marcatura CE ed essere conformi, in relazione alla particolare categoria di prodotto cui essi appartengono, ai requisiti imposti dai rispettivi prospetti della norma UNI EN 934 (parti 2, 3, 4, 5). Per gli altri additivi che non rientrano nelle classificazioni della norma si dovrà verificarne l'idoneità all'impiego in funzione dell'applicazione e delle proprietà richieste per il calcestruzzo. E' onere del produttore di calcestruzzo verificare preliminarmente i dosaggi ottimali di additivo per conseguire le prestazioni reologiche e meccaniche richieste oltre che per valutare eventuali effetti indesiderati. Per la produzione degli impasti, si consiglia l'impiego costante di additivi fluidificanti o superfluidificanti ad alta efficacia per limitare il contenuto di acqua di impasto, migliorare la stabilità del calcestruzzo e la durabilità dei getti.

Nel periodo estivo si consiglia di impiegare specifici additivi capaci di mantenere una prolungata lavorabilità del calcestruzzo in funzione dei tempi di trasporto e di getto. Per le riprese di getto si potrà far ricorso all'utilizzo di ritardanti di presa e degli adesivi per riprese di getto.

Nel periodo invernale, al fine di evitare i danni derivanti dalla azione del gelo, in condizioni di maturazione al di sotto dei 5°C, si farà ricorso, oltre che agli additivi superfluidificanti, all'utilizzo di additivi acceleranti di presa e di indurimento privi di cloruri.

Per i getti sottoposti all'azione del gelo e del disgelo, si farà ricorso all'impiego di additivi aeranti come prescritto dalle norme UNI EN 206 e UNI 11104.

Nella tabella seguente viene proposto uno schema riassuntivo per le varie classi di additivo in funzione delle classi di esposizione:

CLASSE DI ESPOSIZIONE	CLASSE DI RESISTENZA	A/C MAX	WR/SF	AE	HE	SRA	IC
X0	C12/15	0,60					
XC1 – XC2	C25/30	0,60	X				
XF1	C32/40	0,50	X		X	X	
XF2	C25/30	0,50	X	X	X	X	X
XF3	C25/30	0,50	X	X	X	X	
XF4	C28/35	0,45	X	X	X	X	X
XA1-XC3-XD1	C28/35	0,55	X			X	X
XS1-XC4-XA2-XD2	C32/40	0,50	X			X	X
XS2-XS3-XA3-XD3	C35/45	0,45	X			X	X

Tabella 6.3 - Additivo in funzione delle classi di esposizione

dove:

- A/C = rapporto acqua/cemento
- WR/SF = fluidificanti/superfluidificanti
- AE = aerante
- HE = acceleranti (solo in condizioni climatiche invernali)
- SRA = additivi riduttori di ritiro
- IC = inibitori di corrosione.

6.2.6 Acciaio

L'acciaio da cemento armato ordinario comprende:

- barre d'acciaio tipo B450C ($6\text{mm} \leq \varnothing \leq 40\text{mm}$), rotoli tipo B450C ($6\text{mm} \leq \varnothing \leq 16\text{mm}$);
- reti elettrosaldate ($6\text{mm} \leq \varnothing \leq 12\text{mm}$) tipo B450C;
- tralicci elettrosaldati ($6\text{mm} \leq \varnothing \leq 12\text{mm}$) tipo B450C.

Questi prodotti devono rispondere alle caratteristiche richieste dal D.M. 14/01/2008 e D.M. 17/01/2018, che specifica le caratteristiche tecniche, i metodi di prova, le condizioni di prova e il sistema per l'attestazione di conformità per gli acciai destinati alle costruzioni in cemento armato che ricadono sotto la Direttiva Prodotti CPD (89/106/CE). L'acciaio deve essere qualificato all'origine, deve portare impresso, il marchio indelebile che lo rende riconoscibile e riconducibile allo stabilimento di produzione.

6.2.6.1 Requisiti

6.2.6.1.1 Saldabilità e composizione chimica

L'analisi chimica effettuata su colata e l'eventuale analisi chimica effettuata sul prodotto finito deve soddisfare le limitazioni specificate nelle Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14/01/2008 e D.M. 17/01/2018), come riportato nella tabella seguente:

TIPO DI ANALISI	CARBONIO ^a C (%)	FOSFORO P (%)	ZOLFO S (%)	RAME Cu (%)	AZOTO ^b N (%)	CARBONIO EQUIVALENTE ^a (%)
Analisi su colata	0,22	0,050	0,050	0,80	0,012	0,50
Analisi su prodotto	0,24	0,055	0,055	0,85	0,014	0,52
a = è permesso superare il valore massimo di carbonio per massa nel caso in cui il valore equivalente del carbonio venga diminuito dello 0,02% per massa. b = Sono permessi valori superiori di azoto se sono presenti quantità sufficienti di elementi che fissano l'azoto.						

Tabella 6.4 - Massimo contenuto di elementi chimici (D.M. 14/01/2008)

6.2.6.1.2 Proprietà meccaniche

Le proprietà meccaniche devono essere in accordo con quanto specificato nelle Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14/01/2008 e D.M. 17/01/2018), come riportato nella tabella seguente:

PROPRIETA'	VALORE CARATTERISTICO
f_y (N/mm ²)	$\geq 450 \alpha$
f_t (N/mm ²)	$\geq 540 \alpha$
f_t/f_y	$\geq 1,15 \beta$ $\geq 1,35 \beta$
Agt (%)	$\geq 7,50 \beta$
$f_y/f_{y,nom}$	$\leq 1,25 \beta$
α - valore caratteristico con $p = 0.95$ β - valore caratteristico con $p = 0.90$	

Tabella 6.5 - Proprietà meccaniche (D.M. 14/01/2008)

In aggiunta a quanto sopra riportato, si possono richiedere le caratteristiche aggiuntive come riportato nella tabella seguente:

PROPRIETA'	REQUISITO
Resistenza a fatica assiale*	2 milioni di cicli
Resistenza a carico ciclico**	3 cicli/sec (deformazione 1,5+4 %)
Idoneità al raddrizzamento dopo piega	Mantenimento delle proprietà meccaniche
Controllo radiometrico	Superato ai sensi del D.L. 230/95 e del D. L. 241/00
* = in campo elastico ** = in campo plastico	

Tabella 6.6 - Proprietà aggiuntive

6.2.6.1.3 Prova di piega e raddrizzamento

In accordo con quanto specificato nel D.M. 14/01/2008 e D.M. 17/01/2018, è richiesto il rispetto dei limiti riportati nella tabella seguente:

DIAMETRO NOMINALE (D) (mm)	DIAMETRO MASSIMO DEL MANDRINO
$\emptyset < 12$	4 D
$12 \leq \emptyset \leq 16$	5 D
$16 < \emptyset \leq 25$	8 D
$25 < \emptyset \leq 40$	10 D

Tabella 6.7 - Diametri del mandrino per la prova di piega e raddrizzamento (D.M. 14/01/2008)

6.2.6.1.4 Resistenza a fatica in campo elastico

Le proprietà di resistenza a fatica garantiscono l'integrità dell'acciaio sottoposto a sollecitazioni ripetute nel tempo.

La proprietà di resistenza a fatica deve essere determinata secondo UNI EN 15630.

Il valore della tensione σ_{\max} sarà 270N/mm^2 ($0,6 f_{y,\text{nom}}$). L'intervallo delle tensioni, 2σ deve essere pari a 150N/mm^2 per le barre dritte o ottenute da rotolo e 100N/mm^2 per le reti elettrosaldate. Il campione deve sopportare un numero di cicli pari a 2×10^6 .

6.2.6.1.5 Resistenza a carico ciclico in campo plastico

Le proprietà di resistenza a carico ciclico garantiscono l'integrità dell'acciaio sottoposto a sollecitazioni particolarmente gravose o eventi straordinari (es. urti, sisma etc..).

La proprietà di resistenza al carico ciclico deve essere determinata sottoponendo il campione a tre cicli completi di isteresi simmetrica con una frequenza da 1 a 3Hz, con lunghezza libera entro gli afferraggi e con deformazione max. di trazione/compressione come riportato nella seguente tabella:

DIAMETRO NOMINALE (D) (mm)	LUNGHEZZA LIBERA	DEFORMAZIONE (%)
$D \leq 16$	5 D	± 4
$16 < 25$	10 D	± 2.5
$25 \leq D$	15 D	± 1.5

Tabella 6.8 - Prova carico ciclico in relazione al diametro

La prova è superata se non avviene la rottura totale o parziale del campione causata da fessurazioni sulla sezione trasversale visibili ad occhio nudo.

6.2.6.1.6 Diametri e sezioni equivalenti

Il valore del diametro nominale deve essere concordato all'atto dell'ordine. Le tolleranze devono essere in accordo con il D.M. 14/01/2008 e D.M. 17/01/2018, come riportato nella tabella seguente:

DIAMETRO NOMINALE (D) (mm)	TOLLERANZA SULLA SEZIONE (%)
$6 \leq \varnothing \leq 8$	± 6
$8 < \varnothing \leq 40$	± 4.5

Tabella 6.9 - Diametri nominali e tolleranze (D.M. 14/01/2008)

6.2.6.1.7 Aderenza e geometria superficiale

I prodotti devono avere una superficie nervata in accordo con il D.M. 14/01/2008 e D.M. 17/01/2018. Le tensioni di aderenza devono essere misurate in accordo a quanto riportato nei DM suddetti. I prodotti devono aver superato le prove di Beam Test effettuate presso un Laboratorio Ufficiale.

6.2.6.2 Controlli sull'acciaio

6.2.6.2.1 Controllo della documentazione

In cantiere è ammessa esclusivamente la fornitura e l'impiego di acciai B450C saldabili e ad aderenza migliorata, qualificati secondo le procedure indicate al punto 11.3.2.11 del D.M. 14/01/2008 e D.M. 17/01/2018 e controllati con le modalità riportate nei punti 11.3.2.10 e 11.3.2.11 del citato decreto.

Tutte le forniture di acciaio devono essere accompagnate dell'Attestato di Qualificazione rilasciato dal Consiglio Superiore dei LL.PP. - Servizio Tecnico Centrale. Per i prodotti provenienti dai Centri di trasformazione è necessaria la documentazione che assicuri che le lavorazioni effettuate non hanno alterato le caratteristiche meccaniche e geometriche dei prodotti previste dal D.M. 14/01/2008 e D.M. 17/01/2018.

Inoltre può essere richiesta la seguente documentazione aggiuntiva:

- certificato di collaudo tipo 3.1 in conformità alla norma UNI EN 10204;
- certificato Sistema Gestione Qualità UNI EN ISO 9001;

- certificato Sistema Gestione Ambientale UNI EN ISO 14001;
- Dichiarazione di conformità al controllo radiometrico (può essere inserito nel certificato di collaudo tipo 3.1);
- Polizza assicurativa per danni derivanti dal prodotto.

Le forniture effettuate da un commerciante o da un trasformatore intermedio dovranno essere accompagnate da copia dei documenti rilasciati dal produttore e completati con il riferimento al documento di trasporto del commerciante o trasformatore intermedio. In quest'ultimo caso per gli elementi presaldati, presagomati o preassemblati in aggiunta agli "Attestati di Qualificazione" dovranno essere consegnati i certificati delle prove fatte eseguire dal Direttore del Centro di Trasformazione. Tutti i prodotti forniti in cantiere dopo l'intervento di un trasformatore intermedio devono essere dotati di una specifica marcatura che identifichi in modo inequivocabile il centro di trasformazione stesso, in aggiunta alla marcatura del prodotto di origine.

Il Direttore dei Lavori prima della messa in opera è tenuto a verificare quanto sopra indicato; in particolare dovrà provvedere a verificare la rispondenza tra la marcatura riportata sull'acciaio con quella riportata sui certificati consegnati. La mancata marcatura, la non corrispondenza a quanto depositato o la sua leggibilità, anche parziale, rendono il prodotto non impiegabile e pertanto le forniture dovranno essere rifiutate.

6.2.6.2.2 Controllo di accettazione

Il Direttore dei Lavori è obbligato ad eseguire i controlli di accettazione sull'acciaio consegnato in cantiere, in conformità con le indicazioni contenute nel punto 11.3.2.10.4 del D.M. 14/01/2008 e s.m.i..

Il campionamento ed il controllo di accettazione dovrà essere effettuato entro 30 giorni dalla data di consegna del materiale.

All'interno di ciascuna fornitura consegnata e per ogni diametro delle barre in essa contenuta, si dovrà procedere al campionamento di tre spezzoni di acciaio di lunghezza complessiva pari a 100cm ciascuno, sempre che il marchio e la documentazione di accompagnamento dimostrino la provenienza del materiale da uno stesso stabilimento. In caso contrario i controlli devono essere estesi agli altri diametri delle forniture presenti in cantiere.

Non saranno accettati fasci di acciaio contenenti barre di differente marcatura.

Il prelievo dei campioni in cantiere e la consegna al Laboratorio Ufficiale incaricato dei controlli verrà effettuato dal Direttore dei Lavori o da un tecnico da lui delegato; la consegna delle barre di acciaio campionate, identificate mediante sigle o

etichettature indelebili, dovrà essere accompagnata da una richiesta di prove sottoscritta dal Direttore dei Lavori.

La domanda di prove al Laboratorio Ufficiale dovrà essere sottoscritta dal Direttore dei Lavori e dovrà inoltre contenere precise indicazioni sulla tipologia di opera da realizzare (pilastro, trave, muro di sostegno, fondazioni, strutture in elevazione ecc...).

Il controllo del materiale, eseguito in conformità alle prescrizioni del punto 11.3.2.3 di cui al precedente D.M., riguarderà le proprietà meccaniche di resistenza e di allungamento, come riportato nella tabella seguente:

CARATTERISTICHE	VALORE LIMITE	NOTE
f_y minimo	425 N/mm ²	(450 – 25) N/mm ²
f_y massimo	572 N/mm ²	[450x(1.25+0.02)] N/mm ²
Agt minimo	≥ 6.0%	Per acciai laminati a caldo
Rottura/snervamento	1.13 < f_t/f_y < 1.37	Per acciai laminati a caldo
Piegamento/raddrizzamento	assenza di cricche	Per tutti

Tabella 6.10 - Valori limite per prove acciaio

Qualora la determinazione del valore di una quantità fissata in termini di valore caratteristico crei una controversia, il valore dovrà essere verificato prelevando e provando tre provini da prodotti diversi nel lotto consegnato.

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

Se i tre risultati validi della prova sono maggiori o uguali del prescritto valore caratteristico, il lotto consegnato deve essere considerato conforme.

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

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

Qualora all'interno della fornitura siano contenute anche reti elettrosaldate, il controllo di accettazione dovrà essere esteso anche a questi elementi. In particolare, a partire da tre differenti reti elettrosaldate verranno prelevati 3 campioni di dimensioni 100x100cm.

Il controllo di accettazione riguarderà la prova di trazione su uno spezzone di filo comprendente almeno un nodo saldato, per la determinazione della tensione di rottura, della tensione di snervamento e dell'allungamento; inoltre, dovrà essere effettuata la prova di resistenza al distacco offerta dalla saldatura del nodo.

I controlli in cantiere sono facoltativi quando il prodotto utilizzato proviene da un Centro di trasformazione o luogo di lavorazione delle barre, nel quale sono stati effettuati tutti i controlli descritti in precedenza. In quest'ultimo caso, la spedizione del materiale deve essere accompagnata dalla certificazione attestante l'esecuzione delle prove di cui sopra.

Resta nella discrezionalità del Direttore dei Lavori effettuare tutti gli eventuali ulteriori controlli ritenuti opportuni (es. indice di aderenza, saldabilità).

6.2.6.3 Lavorazioni in cantiere - Raggi minimi di curvatura

Il diametro minimo di piegatura deve essere tale da evitare fessure nella barra dovute alla piegatura e rottura del calcestruzzo nell'interno della piegatura.

Per definire i valori minimi da adottare ci si riferisce alle prescrizioni contenute nell'Eurocodice 2 paragrafo 8.3 "Diametri ammissibili dei mandrini per barre piegate", come riportato nella tabella seguente:

DIAMETRO BARRA (mm)	DIAMETRO MINIMO DEL MANDRINO PER PIEGATURE E GANCI
$\varphi \leq 16$	4 φ
$\varphi > 16$	7 φ

Tabella 6.11 - Diametri ammissibili dei mandrini per barre piegate

6.2.6.4 Deposito e conservazione in cantiere

Alla consegna in cantiere, l'Impresa appaltatrice avrà cura di depositare l'acciaio in luoghi protetti dagli agenti atmosferici. In particolare, per quei cantieri posti ad una distanza inferiore a 2Km dal mare, le barre di armatura dovranno essere protette con appositi teli dall'azione dell'aerosol marino.

6.3 CARATTERISTICHE DEL CALCESTRUZZO

6.3.1 Classe di resistenza

Il comportamento e la resistenza delle strutture in calcestruzzo, vengono identificate mediante la classe di resistenza, contraddistinta dalla simbologia C (X/Y) dove:

- X è la resistenza caratteristica cilindrica a compressione (f_{ck}) misurata su provini cilindrici con rapporto altezza/diametro pari a 2, espressa in N/mm²;
- Y è la resistenza caratteristica cubica a compressione (R_{ck}), valutata su provini cubici di lato 150mm, espressa in N/mm².

Le classi di resistenza sono definite nelle Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M.14/01/2008 e D.M. 17/01/2018), come riportato nella tabella seguente:

CALCESTRUZZO CLASSE DI RESISTENZA C(x/y)
C8/10
C12/15
C16/20
C20/25
C25/30
C28/35
C32/40
C35/45
C40/50
C45/55
C50/60
C55/67
C60/75
C70/85
C80/95
C90/105

Tabella 6.12 - Classi di resistenza del calcestruzzo (D.M. 14/01/2008)

6.3.2 Reologia degli impasti e granulometria degli aggregati

Per il confezionamento del calcestruzzo dovranno essere impiegati aggregati appartenenti a non meno di due classi granulometriche diverse. La percentuale di impiego di ogni singola classe granulometrica verrà stabilita dal produttore con l'obiettivo di conseguire i requisiti di lavorabilità e di resistenza alla segregazione di cui ai paragrafi 6.3.4 e 6.3.5 che seguono. La curva granulometrica ottenuta dalla combinazione degli aggregati disponibili, inoltre, sarà quella capace di soddisfare le esigenze di posa in opera richieste dall'impresa (ad esempio,

pompabilità), e quelle di resistenza meccanica a compressione e di durabilità richieste per il conglomerato.

La dimensione massima dell'aggregato dovrà essere non maggiore di $\frac{1}{4}$ della sezione minima dell'elemento da realizzare, dell'interferro ridotto di 5mm, dello spessore del copriferro aumentato del 30% (in accordo anche con quanto stabilito dagli Eurocodici).

6.3.3 Rapporto acqua/cemento

Il quantitativo di acqua efficace da prendere in considerazione nel calcolo del rapporto a/c equivalente è quello realmente a disposizione dell'impasto, dato dalla somma di:

- (a_{aggr}) => quantitativo di acqua ceduto o sottratto dall'aggregato se caratterizzato rispettivamente da un tenore di umidità maggiore o minore dell'assorbimento (tenore di umidità che individua la condizione di saturo a superficie asciutta);
- (a_{add}) => aliquota di acqua introdotta tramite gli additivi liquidi (se utilizzati in misura superiore a 3 l/m³) o le aggiunte minerali in forma di slurry;
- (a_{gh}) => aliquota di acqua introdotta tramite l'utilizzo di chips di ghiaccio;
- (a_m) => aliquota di acqua introdotta nel mescolatore/betoniera;

ottenendo la formula:

$$a_{eff} = a_{aggr} + a_{add} + a_{gh} + a_m$$

Il rapporto acqua/cemento sarà quindi da considerarsi come un rapporto acqua/cemento equivalente individuato dall'espressione più generale:

$$\frac{a_{eff}}{c + c_v + \frac{f_s}{K_{fs}}}$$

nella quale vengono considerate le eventuali aggiunte di ceneri volanti o fumi di silice all'impasto nell'impianto di betonaggio.

I termini utilizzati sono:

- c => dosaggio per m³ di impasto di cemento;
- c_v => dosaggio per m³ di impasto di cenere volante;
- f_s => dosaggio per m³ di impasto di fumo di silice;
- K_{cv} e K_{fs} => coefficienti di equivalenza rispettivamente della cenere volante e del fumo di silice desunti dalla norma UNI-EN 206 ed UNI 11104 (vedi paragrafi 6.2.2.1 e 6.2.2.2);

6.3.4 Lavorabilità (Classe di consistenza)

Il produttore del calcestruzzo dovrà adottare tutti gli accorgimenti in termini di ingredienti e di composizione dell'impasto per garantire che il calcestruzzo possieda al momento della consegna in cantiere la lavorabilità prescritta e riportata per ogni specifico conglomerato nella tabella seguente.

Salvo diverse specifiche e/o accordi con il produttore del conglomerato la lavorabilità al momento del getto verrà controllata all'atto del prelievo dei campioni per i controlli d'accettazione della resistenza caratteristica convenzionale a compressione secondo le indicazioni riportate sulle Norme Tecniche sulle Costruzioni. La

misura della lavorabilità verrà condotta in accordo alla UNI EN 206 dopo aver proceduto a scaricare dalla betoniera almeno 0.3mc di calcestruzzo. In accordo con le specifiche di capitolato la misura della lavorabilità potrà essere effettuata mediante differenti metodologie. In particolare la lavorabilità del calcestruzzo può essere definita mediante:

- il valore dell'abbassamento al cono di Abrams (UNI EN 12350-2) che definisce la classe di consistenza o uno slump di riferimento oggetto di specifica;
- la misura del diametro di spandimento alla tavola a scosse (UNI EN 12350-5).

Salvo strutture da realizzarsi con particolari procedimenti di posa in opera (pavimentazioni a casseri scorrevoli, manufatti estrusi, etc.) o caratterizzate da geometrie particolari (ad esempio, travi di tetti a falde molto inclinate) non potranno essere utilizzati calcestruzzi con classe di consistenza inferiore ad S4/F4.

Sarà cura del fornitore garantire in ogni situazione la classe di consistenza prescritta per le diverse miscele tenendo conto che sono assolutamente proibite le aggiunte di acqua in betoniera al momento del getto dopo l'inizio dello scarico del calcestruzzo dall'autobetoniera. La classe di consistenza prescritta verrà garantita per un intervallo di tempo di 20-30 minuti dall'arrivo della betoniera in cantiere. Trascorso questo tempo sarà l'impresa esecutrice responsabile della eventuale minore lavorabilità rispetto a quella prescritta.

Il calcestruzzo con la lavorabilità inferiore a quella prescritta potrà essere a discrezione della D.L.:

- respinto (l'onere della fornitura in tal caso spetta all'impresa esecutrice);
- accettato se esistono le condizioni, in relazione alla difficoltà di esecuzione del getto, per poter conseguire un completo riempimento dei casseri ed una completa compattazione.

Il tempo massimo consentito dalla produzione dell'impasto in impianto al momento del getto non dovrà superare i 90 minuti e sarà onere del produttore riportare nel documento di trasporto l'orario effettivo di fine carico della betoniera in impianto. Si potrà operare in deroga a questa prescrizione in casi eccezionali quando i tempi di trasporto del calcestruzzo dalla Centrale di betonaggio al cantiere dovessero risultare superiori ai 75 minuti. In questa evenienza si potrà utilizzare il conglomerato fino a 120 minuti dalla miscelazione dello stesso in impianto purché lo stesso possieda i requisiti di lavorabilità prescritti. Inoltre, in questa evenienza dovrà essere accertato preliminarmente dal produttore e valutato dalla D.L. che le resistenze iniziali del conglomerato cementizio non siano penalizzate a causa di dosaggi elevati di additivi ritardanti impiegati per la riduzione della perdita di lavorabilità.

Le classi di consistenza sono definite dalla UNI EN 206, come riportato nella tabella seguente:

CLASSE DI CONSISTENZA	ABBASSAMENTO DEL CONO DI ABRAMS SLUMP (mm)
S1	da 10 a 40
S2	da 50 a 90
S3	da 100 a 150
S4	da 160 a 200
S5	≥ 200

Tabella 6.13 - Classi di consistenza del calcestruzzo (UNI EN 206)

6.3.5 *Acqua di bleeding*

L'essudamento di acqua dovrà risultare non superiore allo 0,1% in conformità alla norma UNI 7122.

6.3.6 *Contenuto d'aria*

Contestualmente alla misura della lavorabilità del conglomerato (con frequenza diversa da stabilirsi con il fornitore del conglomerato) dovrà essere determinato il contenuto di aria nel calcestruzzo in accordo alla procedura descritta alla norma UNI EN 12350-7 basata sull'impiego del porosimetro. Il contenuto di aria in ogni miscela prodotta dovrà essere conforme a quanto indicato nella tabella 6.16, in funzione del diametro massimo dell'aggregato e dell'eventuale esposizione alla classe XF (strutture soggette a cicli di gelo/disgelo in presenza o meno di sali disgelanti).

6.3.7 *Durabilità (Classe di esposizione)*

Ogni calcestruzzo dovrà soddisfare i seguenti requisiti di durabilità in accordo con quanto richiesto dalle norme UNI 11104 e UNI EN 206 e dalle Linee Guida sul Calcestruzzo Strutturale in base alla classe di esposizione ambientale della struttura cui il calcestruzzo è destinato.

DENOMINAZIONE DELLA CLASSE	DESCRIZIONE DELL'AMBIENTE	ESEMPI INFORMATIVI DI SITUAZIONI A CUI POSSONO APPLICARSI LE CLASSI DI ESPOSIZIONE
1. ASSENZA DI RISCHIO DI CORROSIONE O ATTACCO		
X0	Per calcestruzzo privo di armatura o inserti metallici: tutte le esposizioni eccetto dove c'è gelo e disgelo, o attacco chimico. Calcestruzzi con armatura o inserti metallici: in ambiente molto asciutto	Interno di edifici con umidità relativa molto bassa. Calcestruzzo non armato all'interno di edifici. Calcestruzzo non armato immerso in suolo non aggressivo o in acqua non aggressiva. Calcestruzzo non armato soggetto a cicli di bagnato asciutto ma non soggetto ad abrasione, gelo o attacco chimico.
2. CORROSIONE INDOTTA DA CARBONATAZIONE (CALCESTRUZZO CONTENENTE ARMATURE O INSERTI METALLICI ED ESPOSTO ALL'ARIA ED ALL'UMIDITÀ)		
XC1	Asciutto o permanentemente bagnato	Interni di edifici con umidità relativa bassa. Calcestruzzo armato ordinario o precompresso con le superfici all'interno di strutture con eccezione delle parti esposte a condensa, o immerse in acqua.
XC2	Bagnato, raramente asciutto	Parti di strutture di contenimento liquidi, fondazioni. Calcestruzzo armato ordinario o precompresso prevalentemente immerso in acqua o terreno non aggressivo.
XC3	Umidità moderata	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in esterni con superfici esterne riparate dalla pioggia, o in interni con umidità da moderata ad alta.
XC4	Ciclicamente asciutto e bagnato	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in esterni con superfici soggette a alternanze di asciutto ed umido. Calcestruzzi a vista in ambienti urbani. Superfici a contatto con l'acqua non compresa nella classe XC2.
3. CORROSIONE INDOTTA DA CLORURI ESCLUSI QUELLI PROVENIENTI DALL'ACQUA DI MARE		
XD1	Umidità moderata	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in superfici o parti di ponti e viadotti esposti a spruzzi d'acqua contenenti cloruri.
XD2	Bagnato, raramente asciutto	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in elementi strutturali totalmente immersi in acqua anche industriale contenente cloruri (piscine).
XD3	Ciclicamente asciutto e bagnato	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso, di elementi strutturali direttamente soggetti agli agenti disgelanti o agli spruzzi contenenti agenti disgelanti. Calcestruzzo armato ordinario o precompresso, elementi con una superficie immersa in acqua contenente cloruri e l'altra esposta all'aria. Parti di ponti, pavimentazioni e parcheggi per auto.
4. CORROSIONE INDOTTA DA CLORURI PRESENTI NELL'ACQUA DI MARE		
XS1	Esposto alla salsedine marina ma non direttamente in contatto con l'acqua di mare	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso con elementi strutturali sulle coste o in prossimità.
XS2	Permanentemente sommerso	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso di strutture marine completamente immerse in acqua.
XS3	Zone esposte agli spruzzi oppure alla marea	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso di strutture marine completamente immerse in acqua.
5. ATTACCO DEI CICLI GELO/DISGELO CON O SENZA DISGELANTI		
XF1	Moderata saturazione d'acqua, in assenza di agente disgelante	Superfici verticali di calcestruzzo come facciate e colonne esposte alla pioggia ed al gelo. Superfici non verticali e non soggette alla completa saturazione ma esposte al gelo, alla pioggia o all'acqua.
XF2	Moderata saturazione d'acqua in presenza di agente disgelante	Elementi come parti di ponti che in altro modo sarebbero classificati come XF1 ma che sono esposti direttamente o indirettamente agli agenti disgelanti.
XF3	Elevata saturazione d'acqua in assenza di agente disgelante	Superfici orizzontali in edifici dove l'acqua può accumularsi e che possono essere soggetti ai fenomeni di gelo, elementi soggetti a frequenti bagnature ed esposti al gelo.
XF4	Elevata saturazione d'acqua con presenza di agente antigelo oppure acqua di mare	Superfici orizzontali quali strade o pavimentazioni esposte al gelo ed ai sali disgelanti in modo diretto o indiretto, elementi esposti al gelo e soggetti a frequenti bagnature in presenza di agenti disgelanti o di acqua di mare.
6. ATTACCO CHIMICO		
XA1	Ambiente chimicamente debolmente aggressivo secondo il prospetto 2 della UNI EN 206-1	Contenitori di fanghi e vasche di decantazione. Contenitori e vasche per acque reflue.
XA2	Ambiente chimicamente moderatamente aggressivo secondo il prospetto 2 della UNI EN 206-1	Elementi strutturali o pareti a contatto di terreni aggressivi.
XA3	Ambiente chimicamente fortemente aggressivo secondo il prospetto 2 della UNI EN 206-1	Elementi strutturali o pareti a contatto di acque industriali fortemente aggressive. Contenitori di foraggi, mangimi e liquami provenienti dall'allevamento animale. Torri di raffreddamento di fumi e gas di scarico industriali.

Tabella 6.14 - Classi di esposizione ambientali del calcestruzzo (prosp.1 - UNI 11104)

Tabella 6.15 - Valori limiti per la composizione e le proprietà del calcestruzzo (prosp.4 - UNI 11104)

6.3.8 Tipi di conglomerato cementizio

Per la realizzazione di opere in c.a., dovrà essere impiegato **esclusivamente** “**conglomerato cementizio a prestazione garantita**” secondo quanto previsto dalla UNI EN 206.

La prescrizione del calcestruzzo all’atto del progetto, dovrà essere caratterizzata dai seguenti parametri:

- classe di esposizione;
- classe di resistenza;
- classe di consistenza;
- rapporto (a/c)max;
- minimo contenuto di cemento;
- minimo contenuto di aria (solo per le classi di esposizione XF2, XF3, XF4);
- tipo di cemento (se necessario);
- dimensione max dell'aggregato;
- copriferro minimo.

Sarà compilata una tabella, sull’esempio di quella sottostante, contenente i vari tipi di conglomerato impiegati, le loro caratteristiche prestazionali e la loro destinazione.

TIPI DI CONGLOMERATO CEMENTIZIO (UNI 11104 - UNI EN 206-1)								
Campo d'impiego	Classe di esposizione	Classe resistenza	Classe di consistenza (slump)	Rapporto (a/c) max	Minimo contenuto di cemento (kg/m3)	Minimo contenuto di aria (classi XF2, XF3 e XF4)	Dimensione max. aggregato (mm)	Copriferro minimo (mm)
Fondazione	XC2	C25/30	S4	0.60	300	0	35	40

Tabella 6.16 - Classificazione dei diversi tipi di conglomerato

6.4 QUALIFICA DEL CONGLOMERATO CEMENTIZIO

In accordo alle Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14/01/2008 e D.M. 17/01/2018) per la produzione del calcestruzzo si possono configurare due differenti possibilità:

- g. **calcestruzzo prodotto senza processo industrializzato;**
- h. **calcestruzzo prodotto con processo industrializzato.**

6.4.1 Produzione limitata di calcestruzzo direttamente effettuata in cantiere mediante processi di produzione temporanei e non industrializzati.

In tal caso la produzione deve essere effettuata sotto la diretta vigilanza del Direttore dei Lavori. Il punto 11.2.3 del D.M. 14/01/2008 e s.m.i. prevede, in questo caso, la qualificazione iniziale delle miscele per mezzo della “Valutazione preliminare della Resistenza”, effettuata sotto la responsabilità dell'appaltatore o committente, prima dell'inizio della costruzione dell'opera, attraverso idonee prove preliminari atte ad accertare la resistenza caratteristica per ciascuna miscela omogenea di conglomerato che verrà utilizzata per la costruzione dell'opera. La qualificazione iniziale di tutte le miscele utilizzate deve effettuarsi per mezzo di prove certificate da parte dei laboratori di cui all'art.59 del DPR n°380/2001 (Laboratori Ufficiali).

Nella relazione di prequalifica, nel caso di calcestruzzo prodotti senza processo industrializzato l'appaltatore dovrà fare esplicito riferimento a:

- materiali che si intendono utilizzare, indicandone provenienza, tipo e qualità;
- documenti sulla marcatura CE dei materiali costituenti;
- massa volumica reale s.s.a. e assorbimento, per ogni classe di aggregato, valutati secondo la Norma UNI 8520 parti 13a e 16a;
- studio granulometrico per ogni tipo e classe di calcestruzzo;
- tipo, classe e dosaggio del cemento;
- rapporto acqua-cemento;
- massa volumica del calcestruzzo fresco e calcolo della resa;
- classe di esposizione ambientale a cui è destinata la miscela;
- tipo e dosaggio degli eventuali additivi;
- proporzionamento analitico della miscela e resa volumetrica;
- classe di consistenza del calcestruzzo;
- risultati delle prove di resistenza a compressione;
- curve di resistenza nel tempo (almeno per il periodo 2-28 giorni);
- caratteristiche dell'impianto di confezionamento e stato delle tarature;
- sistemi di trasporto, di posa in opera e maturazione dei getti.

6.4.2 Calcestruzzo confezionato con processo industrializzato e prodotto mediante impianti, strutture e tecniche organizzative sia in cantiere che in stabilimento esterno al cantiere.

In tal caso la produzione deve essere effettuata secondo le prescrizioni previste al punto 11.2.8 del D.M. 14/01/2008 e s.m.i..

In questa fattispecie rientrano, a loro volta, tre tipologie di produzione del calcestruzzo:

- calcestruzzo prodotto in impianti industrializzati fissi;
- calcestruzzo prodotto negli stabilimenti di prefabbricazione;
- calcestruzzo prodotto in impianti industrializzati installati nei cantieri (temporanei).

In questi casi gli impianti devono essere idonei ad una produzione costante, disporre di apparecchiature adeguate per il confezionamento, nonché di personale

esperto e di attrezzature idonee a provare, valutare e correggere la qualità del prodotto.

Al fine di contribuire a garantire quest'ultimo punto, il calcestruzzo deve essere prodotto in regime di controllo di qualità e gli impianti devono essere dotati di un **Sistema di Controllo permanente della Produzione (FPC)** allo scopo di assicurare che il prodotto abbia i requisiti previsti dalle Norme Tecniche per le Costruzioni e che tali requisiti siano costantemente mantenuti fino alla posa in opera.

Il Sistema di Controllo della Produzione di calcestruzzo confezionato con processo industrializzato in impianti di un fornitore, predisposto in coerenza con la norma UNI EN ISO 9001, deve fare riferimento alle specifiche indicazioni contenute nelle Linee Guida sul calcestruzzo preconfezionato elaborato dal Consiglio Superiore dei LL.PP.

Il Sistema di Controllo della Produzione dovrà essere certificato da un organismo terzo indipendente di adeguata competenza e organizzazione, che opera in coerenza con la UNI EN 45012.

Il Sistema di Controllo di Produzione dovrà comprendere le prove di autocontrollo, effettuate a cura del produttore secondo quanto previsto dalle Linee Guida sul calcestruzzo preconfezionato. L'organismo di certificazione dovrà, nell'ambito dell'ispezione delle singole unità produttive dovrà verificare anche i laboratori utilizzati per le prove di autocontrollo interno. In virtù di tale verifica e sorveglianza del controllo di produzione le prove di autocontrollo della produzione sono sostitutive di quelle effettuate dai laboratori ufficiali.

Il programma delle prove di autocontrollo deve essere sviluppato in maniera tale da assicurare il rispetto dei disposti normativi per le numerose miscele prodotte, ma essere nel contempo contenuto in maniera tale da agevolarne l'applicazione, in virtù dell'elevato numero delle miscele prodotte in generale in un impianto di calcestruzzo preconfezionato.

È compito della Direzione Lavori accertarsi che i documenti che accompagnano ogni fornitura in cantiere indichino gli estremi della certificazione del sistema di controllo della produzione.

Ove opportuno il Direttore dei Lavori potrà richiedere la relazione preliminare di qualifica ed i relativi allegati (es. certificazione della marcatura CE degli aggregati, del cemento, etc.)

6.5 POSA IN OPERA DEL CALCESTRUZZO

Al momento della messa in opera del conglomerato è obbligatoria la presenza di almeno un membro dell'ufficio della direzione dei lavori incaricato a norma di legge e di un responsabile tecnico dell'Impresa appaltatrice. Nel caso di opere particolari, soggette a sorveglianza da parte di Enti ministeriali la confezione dei provini verrà effettuata anche alla presenza dell'Ingegnere incaricato della sorveglianza in cantiere.

Prima di procedere alla messa in opera del calcestruzzo, sarà necessario adottare tutti quegli accorgimenti atti ad evitare qualsiasi sottrazione di acqua dall'impasto. In particolare, in caso di casseforme in legno, andrà eseguita un'accurata bagnatura delle superfici.

È proibito eseguire il getto del conglomerato quando la temperatura esterna scende al disotto dei +5°C se non si prendono particolari sistemi di protezione del manufatto concordati e autorizzati dalla D.L. anche qualora la temperatura ambientale superi i 33°C.

Lo scarico del calcestruzzo dal mezzo di trasporto nelle casseforme si effettua applicando tutti gli accorgimenti atti ad evitare la segregazione.

L'altezza di caduta libera del calcestruzzo fresco, indipendentemente dal sistema di movimentazione e getto, non deve eccedere i 50cm; si utilizzerà un tubo di getto che si accosti al punto di posa o, meglio ancora, che si inserisca nello strato fresco già posato e consenta al calcestruzzo di rifluire all'interno di quello già steso.

Per la compattazione del getto verranno adoperati vibratori a parete o ad immersione. Nel caso si adoperi il sistema di vibrazione ad immersione, l'ago vibrante deve essere introdotto verticalmente e spostato, da punto a punto nel calcestruzzo, ogni 50cm circa; la durata della vibrazione verrà protratta nel tempo in funzione della classe di consistenza del calcestruzzo, come riportato nella tabella seguente.

CLASSE DI CONSISTENZA	TEMPO MINIMO DI IMMERSIONE DELL'AGO NEL CALCESTRUZZO (s)
S1	25 - 30
S2	20 - 25
S3	15 - 20
S4	10 - 15
S5	5 - 10
F6	0 - 5
SCC	Non necessita compattazione (salvo indicazioni specifiche della D.L.)

Tabella 6.17 - Relazione tra classe di consistenza e tempo di vibrazione del conglomerato

Nel caso siano previste riprese di getto sarà obbligo dell'appaltatore procedere ad una preliminare rimozione, mediante scarifica con martello, dello strato corticale di calcestruzzo già parzialmente indurito. Tale superficie, che dovrà possedere elevata rugosità (asperità di circa 5mm) verrà opportunamente pulita e bagnata per circa due ore prima del getto del nuovo strato di calcestruzzo.

Qualora alla struttura sia richiesta la tenuta idraulica, lungo la superficie scarificata verranno disposti dei **giunti "water-stop"** in materiale bentonitico idroespansivo. I profili "water-stop" saranno opportunamente fissati e disposti in maniera tale da non interagire con le armature.

I distanziatori utilizzati per garantire i copriferri ed eventualmente le reciproche distanze tra le barre di armatura, dovranno essere in plastica o a base di malta cementizia di forma e geometria tali da minimizzare la superficie di contatto con il cassero.

È obbligo della D.L. verificare la corretta esecuzione delle operazioni sopra riportate.

6.5.1 Tolleranze esecutive

Nelle opere finite gli scostamenti ammissibili (tolleranze) rispetto alle dimensioni e/o quote dei progetti sono riportate di seguito per i vari elementi strutturali:

- **Fondazioni: plinti, platee, solettoni, ecc.**
 - posizionamento rispetto alle coordinate di progetto $S = \pm 3.0\text{cm}$
 - dimensioni in pianta $S = - 3.0 + 5.0\text{cm}$
 - dimensioni in altezza (superiore) $S = - 0.5 + 3.0\text{cm}$
 - quota altimetrica estradosso $S = - 0.5 + 2.0\text{cm}$
- **Strutture in elevazione: pile, spalle, muri, ecc.**
 - posizionamento rispetto alle coordinate di progetto $S = \pm 2.0\text{cm}$
 - dimensione in pianta (anche per pila piena) $S = - 0.5 + 2.0\text{cm}$
 - spessore muri, pareti, pile cave o spalle $S = - 0.5 + 2.0\text{cm}$
 - quota altimetrica sommità: $S = \pm 1.5\text{cm}$
 - verticalità per $H \leq 600\text{cm}$ $S = \pm 2.0\text{cm}$
 - verticalità per $H > 600\text{cm}$ $S = \pm H/12$
- **Solette e solettoni per impalcati, solai in genere:**
 - spessore: $S = -0.5 + 1.0\text{cm}$
 - quota altimetrica estradosso: $S = \pm 1.0\text{cm}$
- **Vani, cassette, inserterie:**
 - posizionamento e dimensione vani e cassette $S = \pm 1.5\text{cm}$
 - posizionamenti inserti (piastre boccole) $S = \pm 1.0\text{cm}$

In ogni caso gli scostamenti dimensionali negativi non devono ridurre i copriferri minimi prescritti dal progetto.

6.5.2 Casseforme

Per tali opere provvisorie l'appaltatore comunicherà preventivamente alla direzione dei lavori il sistema e le modalità esecutive che intende adottare, ferma restando l'esclusiva responsabilità dell'appaltatore stesso per quanto riguarda la progettazione e l'esecuzione di tali opere provvisionali e la loro rispondenza a tutte le norme di legge ed ai criteri di sicurezza che comunque possono riguardarle. Il sistema prescelto dovrà comunque essere atto a consentire la realizzazione delle opere in conformità alle disposizioni contenute nel progetto esecutivo.

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

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

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

6.5.2.1 Caratteristiche delle casseforme

Per quanto riguarda le casseforme viene prescritto l'uso di casseforme metalliche o di materiali fibrocompressi o compensati; in ogni caso esse dovranno avere dimensioni e spessori sufficienti ad essere opportunamente irrigidite o controventate per assicurare l'ottima riuscita delle superfici dei getti e delle opere e la loro perfetta rispondenza ai disegni di progetto.

Nel caso di eventuale utilizzo di casseforme in legno, si dovrà curare che le stesse siano eseguite con tavole a bordi paralleli e ben accostate, in modo che non abbiano a presentarsi, dopo il disarmo, sbavature o disuguaglianze sulle facce in vista del getto. In ogni caso l'appaltatore avrà cura di trattare le casseforme, prima del getto, con idonei prodotti disarmanti conformi alla norma UNI 8866. Le parti componenti i casseri debbono essere a perfetto contatto e sigillate con idoneo materiale per evitare la fuoriuscita di boiacca cementizia.

Nel caso di cassetatura a perdere, inglobata nell'opera, occorre verificare la sua funzionalità, se è elemento portante, e che non sia dannosa, se è elemento accessorio.

6.5.2.2 Pulizia e trattamento

Prima del getto le casseforme dovranno essere pulite per l'eliminazione di qualsiasi traccia di materiale che possa compromettere l'estetica del manufatto quali polvere, terriccio etc. Dove e quando necessario si farà uso di prodotti disarmanti disposti in strati omogenei continui, su tutte le casseforme di una stessa opera dovrà essere usato lo stesso prodotto.

Nel caso di utilizzo di casseforme impermeabili, per ridurre il numero delle bolle d'aria sulla superficie del getto si dovrà fare uso di disarmante con agente tensioattivo in quantità controllata e la vibrazione dovrà essere contemporanea al getto.

6.5.2.3 Predisposizione di fori, tracce e cavità

L'appaltatore avrà l'obbligo di predisporre in corso di esecuzione quanto è previsto nei disegni costruttivi per ciò che concerne fori, tracce, cavità, incassature, etc. per la posa in opera di apparecchi accessori quali giunti, appoggi, smorzatori sismici, pluviali, passi d'uomo, passerelle d'ispezione, sedi di tubi e di cavi, opere interruttive, sicurvia, parapetti, mensole, segnalazioni, parti d'impianti, etc.

6.5.2.4 Disarmo

Si potrà procedere alla rimozione delle casseforme dai getti quando saranno state raggiunte le prescritte resistenze. In assenza di specifici accertamenti, l'appaltatore dovrà attenersi a quanto stabilito all'interno delle Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14/01/2008 e D.M. 17/01/2018).

Le eventuali irregolarità o sbavature, qualora ritenute tollerabili, dovranno essere asportate mediante scarifica meccanica o manuale ed i punti difettosi dovranno essere ripresi accuratamente con malta cementizia a ritiro compensato immediatamente dopo il disarmo, previa bagnatura a rifiuto delle superfici interessate.

Eventuali elementi metallici, quali chiodi o reggette che dovessero sporgere dai getti, dovranno essere tagliati almeno 0.5cm sotto la superficie finita e gli incavi risultanti verranno accuratamente sigillati con malta fine di cemento.

6.5.3 Getti faccia a vista

I casseri devono essere puliti e privi di elementi che possano in ogni modo pregiudicare l'aspetto della superficie del conglomerato cementizio indurito.

Apposite matrici potranno essere adottate se prescritte in progetto per l'ottenimento di superfici a faccia vista con motivi o disegni in rilievo.

I disarmanti non dovranno assolutamente macchiare la superficie in vista del conglomerato cementizio.

Qualora si realizzino conglomerati cementizi colorati o con cemento bianco, l'uso dei disarmanti sarà subordinato a prove preliminari atte a dimostrare che il prodotto usato non alteri il colore.

Le riprese di getto saranno delle linee rette e, qualora richiesto dalla DD.LL., saranno marcate con gole o risalti di profondità o spessore di 2-3cm, che all'occorrenza verranno opportunamente sigillati.

6.6 STAGIONATURA

Il calcestruzzo, al termine della messa in opera e successiva compattazione, deve essere stagionato e protetto dalla rapida evaporazione dell'acqua di impasto e dall'essiccamento degli strati superficiali (fenomeno particolarmente insidioso in caso di elevate temperature ambientali e forte ventilazione). Per consentire una corretta stagionatura è necessario mantenere costantemente umida la struttura realizzata; l'appaltatore è responsabile della corretta esecuzione della stagionatura che potrà essere condotta mediante:

- la permanenza entro casseri del conglomerato;
- l'applicazione, sulle superfici libere, di specifici film di protezione mediante la distribuzione nebulizzata di additivi stagionanti (agenti di curing);
- l'irrorazione continua del getto con acqua nebulizzata;
- la copertura delle superfici del getto con fogli di polietilene, sacchi di iuta o tessuto non tessuto mantenuto umido in modo che si eviti la perdita dell'acqua di idratazione;
- la creazione attorno al getto, con fogli di polietilene od altro, di un ambiente mantenuto saturo di umidità;
- la creazione, nel caso di solette e getti a sviluppo orizzontale, di un cordolo perimetrale in sabbia od altro materiale rimovibile, che permetta di mantenere la superficie ricoperta da un costante velo d'acqua.

I prodotti filmogeni di protezione non possono essere applicati lungo i giunti di costruzione, sulle riprese di getto o sulle superfici che devono essere trattate con altri materiali.

Al fine di assicurare alla struttura un corretto sistema di stagionatura in funzione delle condizioni ambientali, della geometria dell'elemento e dei tempi di scassatura previsti, l'appaltatore, previa informazione alla direzione dei lavori, eseguirà verifiche di cantiere che assicurino l'efficacia delle misure di protezione adottate.

Sarà obbligatorio procedere alla maturazione dei getti per almeno 7 giorni consecutivi. Qualora dovessero insorgere esigenze particolari per sospendere la maturazione esse dovranno essere espressamente autorizzate dalla direzione dei lavori.

Nel caso di superfici orizzontali non casserate (pavimentazioni, platee di fondazione...) dovrà essere effettuata l'operazione di bagnatura continua con acqua non

appena il conglomerato avrà avviato la fase di presa. Le superfici verranno mantenute costantemente umide per almeno 7 giorni.

Per i getti confinati entro casseforme l'operazione di bagnatura verrà avviata al momento della rimozione dei casseri, se questa avverrà prima di 7 giorni.

Per calcestruzzi con classe di resistenza a compressione maggiore o uguale di C40/50 la maturazione deve essere curata in modo particolare.

6.7 CONTROLLI IN CORSO D'OPERA

La Direzione dei Lavori ha l'obbligo di eseguire controlli sistematici in corso d'opera per verificare la conformità tra le caratteristiche del conglomerato messo in opera e quello stabilito dal progetto e garantito in sede di valutazione preliminare.

Il controllo di accettazione va eseguito su miscele omogenee di conglomerato e, in funzione del quantitativo di conglomerato accettato, sarà condotto secondo quanto previsto al punto 11.2 del D.M. 14/01/2008 e s.m.i.:

- **controllo di tipo A;**
- **controllo di tipo B** (obbligatorio nelle costruzioni con più di 1500mc di miscela omogenea);

Il prelievo del conglomerato per i controlli di accettazione si deve eseguire a "bocca di betoniera" (non prima di aver scaricato almeno 0.3mc di conglomerato), conducendo tutte le operazioni in conformità con le prescrizioni indicate al punto 11.2.4 (PRELIEVO DEI CAMPIONI) del D.M. 14/01/2008 e s.m.i. e nella norma UNI-EN 206-1.

Il prelievo di calcestruzzo dovrà essere eseguito alla presenza della Direzione dei Lavori.

In particolare i campioni di calcestruzzo devono essere preparati con casseforme rispondenti alla norma UNI EN 12390-1, confezionati secondo le indicazioni riportate nella norma UNI EN 12390-2 e provati presso un laboratorio Ufficiale secondo la UNI EN 12390-3.

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

La geometria delle casseforme deve essere cubica di lato pari a 150mm o cilindrica con diametro $d=150\text{mm}$ ed altezza $h=300\text{mm}$.

Il prelievo del calcestruzzo deve essere effettuato non prima di aver scaricato 0.3mc di calcestruzzo e preferibilmente a metà dello scarico della betoniera. Il conglomerato sarà versato tramite canaletta all'interno di una carriola in quantità pari a circa 2 volte superiore a quello necessario al confezionamento dei provini. Il materiale versato verrà omogeneizzato con l'impiego di una sassola.

È obbligatorio inumidire tutti gli attrezzi necessari al campionamento (carriola, selsola) prima di utilizzarli, in modo tale da non modificare il contenuto di acqua del campione di materiale prelevato.

Prima del riempimento con il conglomerato, le casseforme andranno pulite e trattate con un liquido disarmante.

Per la compattazione del calcestruzzo entro le casseforme è previsto l'uso di uno dei seguenti mezzi:

- pestello di compattazione metallico a sezione circolare e con le estremità arrotondate, con diametro di circa 16mm e lunghezza di circa 600mm;
- barra dritta metallica a sezione quadrata, con lato di circa 25mm e lunghezza di circa 380mm;
- vibratore interno con frequenza minima di 120Hz e diametro non superiore ad $\frac{1}{4}$ della più piccola dimensione del provino;
- tavola vibrante con frequenza minima pari a 40Hz;

Il riempimento della cassaforma deve avvenire per strati successivi di 75mm, ciascuno dei quali accuratamente compattati senza produrre segregazioni o comparsa di acqua sulla superficie.

Nel caso di compattazione manuale, ciascuno strato verrà assestato fino alla massima costipazione, avendo cura di martellare anche le superficie esterne del cassero.

Nel caso si impieghi il vibratore interno, l'ago non dovrà toccare lungo le pareti verticali e sul fondo della cassatura.

La superficie orizzontale del provino verrà spianata con un movimento a sega, procedendo dal centro verso i bordi esterni.

Su tale superficie verrà applicata (annegandola nel calcestruzzo) un'etichetta di plastica/cartoncino rigido sulla quale verrà riportata l'identificazione del campione con inchiostro indelebile; l'etichetta sarà siglata dalla direzione dei lavori al momento del confezionamento dei provini.

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

- Identificazione del campione:
 - tipo di calcestruzzo;
 - numero di provini effettuati;
 - codice del prelievo;
 - metodo di compattazione adottato;
 - numero del documento di trasporto;
 - ubicazione del getto per il puntuale riferimento del calcestruzzo messo in opera (es. muro di sostegno, solaio di copertura...);
- Identificazione del cantiere e dell'Impresa appaltatrice;
- Data e ora di confezionamento dei provini;
- La firma della D.L.. In caso di opere particolari, soggette a sorveglianza da parte di Enti ministeriali (es. Dighe), il verbale di prelievo dovrà riportare anche la firma dell'Ingegnere incaricato della sorveglianza in cantiere.

Al termine del prelievo, i provini verranno posizionati al di sopra di una superficie orizzontale piana in una posizione non soggetta ad urti e vibrazioni.

Il calcestruzzo campionato deve essere lasciato all'interno delle casseforme per almeno 16h (in ogni caso non oltre i 3 giorni). In questo caso sarà opportuno coprire i provini con sistemi isolanti o materiali umidi. Trascorso questo tempo i provini dovranno essere consegnati presso il Laboratorio incaricato di effettuare le prove di schiacciamento dove, una volta rimossi dalle casseforme, devono essere conservati in acqua alla temperatura costante di $20\pm 2^{\circ}\text{C}$ oppure in ambiente termostato posto alla temperatura di $20\pm 2^{\circ}\text{C}$ ed umidità relativa superiore al 95%. Nel caso in cui i provini vengano conservati immersi nell'acqua, il contenitore deve avere dei ripiani realizzati con griglie (è consentito l'impiego di reti elettrosaldate) per fare in modo che tutte le superfici siano a contatto con l'acqua.

L'Impresa appaltatrice sarà responsabile delle operazioni di corretta conservazione dei provini campionati e della loro custodia in cantiere prima dell'invio al Laboratorio incaricato di effettuare le prove di schiacciamento. Inoltre, l'Impresa appaltatrice sarà responsabile del trasporto e della consegna dei provini di calcestruzzo al Laboratorio Ufficiale unitamente ad una lettera ufficiale di richiesta prove firmata dalla Direzione Lavori.

Qualora per esigenze legate alla logistica di cantiere o ad una rapida messa in servizio di una struttura o di porzioni di essa si rende necessario prescrivere un valore della resistenza caratteristica a tempi inferiori ai canonici 28 giorni o a temperature diverse dai 20°C i controlli di accettazione verranno effettuati con le stesse modalità sopra descritte fatta eccezione per le modalità di conservazione dei provini che verranno mantenuti in adiacenza alla struttura o all'elemento strutturale per il quale è stato richiesto un valore della resistenza caratteristica a tempi e temperature inferiori a quelle canoniche. Resta inteso che in queste situazioni rimane sempre l'obbligo di confezionare e stagionare anche i provini per 28 giorni a 20°C e U.R. del 95% per valutare la rispondenza del valore caratteristico a quello prescritto in progetto.

I certificati emessi dal Laboratorio dovranno contenere tutte le informazioni richieste al punto 11.2.5.3 del D.M. 14/01/2008 e s.m.i..

6.8 CONTROLLI SUPPLEMENTARI DELLA RESISTENZA A COMPRESSIONE

6.8.1 Carotaggi

Quando un controllo di accettazione dovesse risultare non soddisfatto e ogniqualvolta la D.L. lo ritiene opportuno la stessa può predisporre un controllo della resistenza del calcestruzzo in opera da valutarsi su carote estratte dalla struttura da indagare.

Le carote verranno estratte in modo da rispettare il vincolo sulla geometria di $(h/d)=1$ o 2 e non in un intervallo intermedio, in conformità con la norma EN 13791.

6.8.2 Zona di prelievo

Le carote verranno eseguite in corrispondenza del manufatto in cui è stato posto in opera il conglomerato non rispondente ai controlli di accettazione o laddove la D.L. ritiene che ci sia un problema di scadente o inefficace compattazione e maturazione dei getti.

Dovranno essere rispettati i seguenti vincoli per il prelievo delle carote:

- non in prossimità degli spigoli;
- zone a bassa densità d'armatura (prima di eseguire i carotaggi sarà opportuno stabilire l'esatta disposizione delle armature mediante apposite metodologie d'indagine non distruttive);
- evitare le parti sommitali dei getti;
- evitare i nodi strutturali;
- attendere un periodo di tempo, variabile in funzione delle temperature ambientali, tale da poter conseguire per il calcestruzzo in opera un grado di maturazione paragonabile a quello di un calcestruzzo maturato per 28 giorni alla temperatura di 20°C.

6.8.3 Prove di carico

L'appaltatore dovrà fornire ogni supporto utile all'esecuzione delle prove di carico rispettando fedelmente le procedure e le indicazioni fornitegli dal Direttore Lavori e dal Collaudatore. Allo scopo a suo carico e spese egli dovrà predisporre quanto necessario nel rispetto delle norme che attengono la sicurezza di uomini e cose oltre al rispetto dell'ambiente. Egli, infine, è tenuto ad accettare sia i risultati delle operazioni di collaudo sia le eventuali azioni ed interventi per sanare situazioni ritenute insoddisfacenti dalla direzione dei lavori, dal Collaudatore o dal progettista.

7. COSTRUZIONI IN ACCIAIO

L'Appaltatore sarà tenuto all'osservanza del D.M. del 14/01/2008 e DM 17/01/2018 «Nuove norme per le costruzioni» e s.m.i.

Per quanto applicabili e non in contrasto con le suddette Norme, si richiamano qui espressamente anche le seguenti Norme UNI:

- UNI 7070/82 relativa ai prodotti laminati a caldo di acciaio non legato di base e di qualità;
- UNI 10011/88 relativa alle costruzioni in acciaio, recante istruzioni per il calcolo, l'esecuzione e la manutenzione.

I materiali impiegati nella costruzione di strutture in acciaio dovranno essere «qualificati»; la marcatura dovrà risultare leggibile ed il produttore dovrà accompagnare la fornitura con l'attestato di controllo e la dichiarazione che il prodotto è qualificato. Prima dell'approvvigionamento dei materiali da impiegare, l'Appaltatore dovrà presentare alla Direzione Lavori, in copia riproducibile, i disegni costruttivi di officina delle strutture, nei quali, in conformità a quanto riportato negli elaborati forniti dagli elaborati progettuali, dovranno essere completamente definiti tutti i dettagli di lavorazione, ed in particolare:

- i diametri e la disposizione dei chiodi e dei bulloni, nonché dei fori relativi;
- le coppie di serraggio dei bulloni ad alta resistenza;
- le classi di qualità delle saldature;
- il progetto e le tecnologie di esecuzione delle saldature e specificatamente le dimensioni dei cordoni, le caratteristiche dei procedimenti, le qualità degli elettrodi;
- gli schemi di montaggio e controfrecce di officina;
- la relazione di calcolo in cui devono essere indicate le modalità di montaggio dell'opera e specificato il funzionamento statico della struttura nelle diverse fasi di montaggio.

Sui disegni costruttivi di officina dovranno essere inoltre riportate le distinte dei materiali nelle quali sarà specificato numero, qualità, tipo di lavorazione, grado di finitura, dimensioni e peso teorico di ciascun elemento costituente la struttura.

L'Appaltatore dovrà, inoltre, far conoscere per iscritto, prima dell'approvvigionamento dei materiali da impiegare, la loro provenienza con riferimento alle distinte di cui sopra.

È facoltà della Direzione Lavori di sottoporre il progetto delle saldature e le loro tecnologie di esecuzione alla consulenza dell'Istituto Italiano della Saldatura o di altro Ente di sua fiducia.

La Direzione Lavori stabilirà il tipo e l'estensione dei controlli da eseguire sulle saldature, sia in corso d'opera che ad opera finita, in conformità a quanto stabilito dalla normativa vigente e tenendo conto delle eventuali raccomandazioni dell'Ente di consulenza.

Consulenza e controlli saranno eseguiti dagli Istituti indicati dalla Direzione Lavori; i relativi oneri saranno a carico dell'Appaltatore.

7.1 COLLAUDO TECNOLOGICO DEI MATERIALI

Tutti i materiali destinati alla costruzione di strutture in acciaio dovranno essere collaudati a cura e spese dell'Appaltatore e sotto il controllo della Direzione Lavori, prima dell'inizio delle lavorazioni.

A tale scopo è fatto obbligo all'Appaltatore di concordare in tempo utile con la Direzione Lavori la data di esecuzione di ciascuna operazione di collaudo.

Le prove sui materiali si svolgeranno presso i Laboratori Ufficiali indicati dalla Direzione Lavori.

La Direzione Lavori potrà, a suo insindacabile giudizio, autorizzare l'effettuazione delle prove presso i laboratori degli stabilimenti di produzione, purché questi siano forniti dei mezzi e delle attrezzature necessarie, tarate e controllate da un Laboratorio Ufficiale, ai sensi dell'art. 20 della Legge n.1086/71 e successive modifiche ed integrazioni.

L'entità dei lotti da sottoporre a collaudo, il numero e le modalità di prelievo dei campioni, saranno di regola conformi alle norme UNI vigenti per i singoli materiali. La Direzione Lavori ha comunque la facoltà di prelevare in qualunque momento della lavorazione campioni di materiali da sottoporre a prova presso laboratori di sua scelta per verificarne la rispondenza alle Norme di accettazione ed ai requisiti di progetto.

Tutti gli oneri relativi sono a carico dell'Appaltatore.

Si precisa che tutti gli acciai dei gradi B, C, D, da impiegare nelle costruzioni dovranno essere sottoposti, in sede di collaudo tecnologico, al controllo della resilienza.

Per ogni operazione di collaudo sarà redatto, a cura e spese dell'Appaltatore, apposito verbale, che sarà firmato dalla Direzione Lavori e dall'Appaltatore.

Di questo verbale verrà consegnato l'originale alla Direzione Lavori.

Un'altra copia verrà conservata dall'Appaltatore che avrà l'obbligo di esibirla a richiesta della Direzione Lavori, come specificato al successivo paragrafo.

L'Appaltatore è tenuto ad avvertire la Direzione Lavori dell'arrivo nella sua officina dei materiali collaudati che saranno impiegati nella costruzione delle strutture in acciaio.

L'Appaltatore dovrà essere in grado di individuare e documentare in ogni momento la provenienza dei materiali impiegati nelle lavorazioni e di risalire ai corrispondenti verbali di collaudo tecnologico, dei quali dovrà esibire la copia a richiesta della Direzione Lavori.

In particolare, per ciascun manufatto composto con laminati, l'Appaltatore dovrà redigere una distinta contenente i seguenti dati:

- posizioni e marche d'officina costituenti il manufatto (con riferimento ai disegni costruttivi di cui al precedente titolo "Generalità");
- numeri di placca e di colata dei laminati costituenti ciascuna posizione e marca di officina;
- estremi di identificazione dei relativi documenti di collaudo.

Per ciascuna opera singola o per il prototipo di ciascuna serie di opere è prescritto il premontaggio in officina.

Alla Direzione Lavori è riservata comunque la facoltà di eseguire in ogni momento della lavorazione tutti i controlli che riterrà opportuni per accertare che i materiali impiegati siano quelli collaudati, che le strutture siano conformi ai disegni di progetto e che le stesse siano eseguite a perfetta regola d'arte.

In particolare l'Appaltatore dovrà attenersi alle seguenti disposizioni:

- il raddrizzamento e lo spianamento, quando necessari, devono essere fatti preferibilmente con dispositivi agenti per pressione. Possono essere usati i riscaldamenti locali (caldo), purché programmati in modo da evitare eccessive concentrazioni di tensioni residue e di deformazioni permanenti;
- è ammesso il taglio a ossigeno purché regolare. I tagli irregolari devono essere ripassati con la smerigliatrice;
- negli affacciamenti non destinati alla trasmissione di forze possono essere tollerati giochi da 2 a 5 mm di ampiezza, secondo il maggiore o minore spessore del laminato;
- i pezzi destinati ad essere chiodati o bullonati in opera devono essere montati in modo da poter riprodurre nel montaggio definitivo le posizioni stesse che avevano in officina all'atto dell'esecuzione dei fori;
- non sono ammesse al montaggio in opera eccentricità, relative a fori corrispondenti, maggiori del gioco foro-chiodo (o bullone) previste dalle Norme Tecniche. Entro tale limite è opportuna la regolarizzazione del foro con utensile adatto;
- l'uso delle spine d'acciaio è ammesso, in corso di montaggio, esclusivamente per richiamare i pezzi nella giusta posizione;
- i fori per chiodi e bulloni devono essere eseguiti col trapano con assoluto divieto dell'uso della fiamma e presentare superficie interna cilindrica liscia e priva di screpolature e cricche; per le giunzioni con bulloni (normali e ad alta resistenza), le eventuali sbavature sul perimetro del foro dovranno essere asportate mediante molatura locale;
- di regola si dovranno impiegare bulloni sia normali che ad alta resistenza dei seguenti diametri: D = 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 27 mm;
- i bulloni ad alta resistenza non dovranno avere il gambo filettato per la intera lunghezza; la lunghezza del tratto non filettato dovrà essere in generale maggiore di quella delle parti da serrare e si dovrà sempre far uso di rosette sotto la testa e sotto il dado; è tollerato che non più di mezza spira del filetto rimanga compresa nel foro;
- nelle unioni di strutture normali o ad attrito che potranno essere soggette a vibrazioni od inversioni di sforzo, dovranno essere sempre impiegati controdadi, anche nel caso di bulloni con viti 8.8 e 10.9.

7.2 MONTAGGIO

L'Appaltatore sottoporrà al preventivo benestare della Direzione Lavori il sistema e le modalità esecutive che intende adottare, ferma restando la piena responsabilità dell'Appaltatore stesso per quanto riguarda l'esecuzione delle operazioni di

montaggio, la loro rispondenza a tutte le norme di legge ed ai criteri di sicurezza che comunque possono riguardarle.

Il sistema prescelto dovrà essere comunque atto a consentire la realizzazione della struttura in conformità alle disposizioni contenute nel progetto esecutivo.

Nell'impiego delle attrezzature di montaggio, l'Appaltatore è tenuto a rispettare le norme, le prescrizioni ed i vincoli che eventualmente venissero imposti da Enti, Uffici e persone responsabili riguardo alla zona interessata 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, e tramvie, etc.;
- per le interferenze con servizi di soprassuolo e di sottosuolo.

Durante il carico, il trasporto, lo scarico, il deposito e il montaggio delle strutture, si dovrà porre la massima cura per evitare che vengano deformate o soprasollecitate. Le parti a contatto con funi, catene ed altri organi di sollevamento dovranno essere opportunamente protette, tenuto conto tra l'altro che tutte le strutture, prima di essere trasferite a piè d'opera, devono essere trattate in officina con sabbiatura ed una mano di primer.

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 contro-freccia ed il posizionamento sugli apparecchi di appoggio siano conformi alle indicazioni di progetto, rispettando le tolleranze previste.

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

Nei collegamenti con bulloni si dovrà procedere alla alesatura di quei fori che non risultino centrati e nei quali i bulloni previsti in progetto non entrino liberamente.

Se il diametro del foro alesato risulta superiore al diametro nominale del bullone oltre la tolleranza prevista dalla normativa vigente, si dovrà procedere alla sostituzione del bullone con uno di diametro superiore.

Le superfici di contatto al montaggio, nei collegamenti ad attrito con bulloni ad alta resistenza devono presentarsi pulite, prive di olio, vernice, scaglie di laminazione, macchie di grasso e sabbiato a metallo bianco non più di due ore prima dell'unione. È ammesso il serraggio dei bulloni con chiave idraulica purché questo venga controllato con chiave dinamometrica, la cui taratura dovrà risultare da certificato rilasciato da Laboratorio Ufficiale in data non anteriore a tre mesi.

Per ogni unione con bulloni l'Appaltatore effettuerà, alla presenza della Direzione Lavori, un controllo di serraggio sul numero di bulloni indicato dalla Direzione Lavori e comunque non inferiore al 10% del totale ed in ogni caso su non meno di quattro; se anche un solo bullone non rispondesse alle prescrizioni di serraggio, il controllo dovrà essere esteso a tutti i bulloni.

Dopo il completamento della struttura e prima della esecuzione della prova di carico, l'Appaltatore dovrà effettuare la ripresa della coppia di serraggio di tutti i bulloni costituenti le unioni dandone preventiva comunicazione alla Direzione Lavori. Per i cavalcavia l'assemblaggio ed il montaggio in opera delle strutture dovrà essere effettuato senza che venga interrotto il traffico sulla sede stradale, salvo brevi interruzioni durante le operazioni di sollevamento, da concordare con la Direzione Lavori.

8. COSTRUZIONI IN LEGNO

L'Appaltatore sarà tenuto all'osservanza del D.M. del 14/01/2008 e DM 17/01/2018
«Nuove norme per le costruzioni» e s.m.i.

Si riportano qui di seguito le tabelle guida per la resistenza da utilizzare nei calcoli strutturali, le normative di riferimento e le combinazioni delle azioni di carico.

Valori caratteristici di resistenza, modulo elastico e densità	LEGNO MASSICCIO UNI EN 338		LEGNO LAMELLARE UNI EN 1194					
	C24	C30	GL24c	GL24h	GL28c	GL28h	GL32c	GL36c
Resistenze (Mpa)								
fm,g,k – flessione	24,00	30,00	24,00	24,00	28,00	28,00	32,00	36,00
ft,0,g,k – trazione parallela	14,00	18,00	14,00	16,50	16,50	19,50	19,50	22,50
ft,90,g,k – trazione perpendicolare	0,50	0,60	0,35	0,40	0,40	0,45	0,45	0,50
fc,0,g,k – compressione parallela	21,00	23,00	21,00	24,00	24,00	26,50	26,50	29,00
fc,90,g,k – compressione perpend.	2,50	2,70	2,40	2,70	2,70	3,00	3,00	3,30
fv,g,k – taglio	2,50	3,00	2,20	2,70	2,70	3,20	3,20	3,80
Modulo Elastico (Gpa)								
E0,mean – Mod. El. Medio parallelo	11,00	12,00	11,60	11,60	12,60	12,60	13,70	14,70
E0,05 – Mod. El. Caratterist. Parall.	7,40	8,00	9,40	9,40	10,20	10,20	11,10	11,90
E90,mean – Mod. El. Caratterist. Perp.	0,37	0,40	0,32	0,39	0,39	0,42	0,42	0,46
Gg,mean – Mod. Taglio Medio	0,69	0,75	0,59	0,72	0,79	0,78	0,78	0,85
densità caratteristica (kg/m3)	350	380	350	380	380	410	410	430

LEGENDA:



GL24h LEGNO LAMELLARE DRITTO PER PUNTONI
GL28c LEGNO LAMELLARE CURVO PER ARCHI

VALORI DI DEFORMAZIONI AMMISSIBILI

	Winst,Q (combinazione rara)	Wnet,fin (combinaz. quasi perm.)
Elementi in appoggio	L/300	L/200
Elementi a sbalzo	L/150	L/125

Il dimensionamento strutturale è fatto ottemperando alle indicazioni delle seguenti normative:

NORMATIVA EUROPEA DI RIFERIMENTO

UNI EN 1995-1-1	Eurocodice 5 – Progettazione delle strutture in legno – Regole generali – Regole comuni e regole per gli edifici
UNI EN 1995-2	Eurocodice 5 – Progettazione delle strutture in legno - Ponti
DIN 1052_2004	“Entwurth, Berechnung und Bemessung von Holzbauwerken – Allgemeine Bemessungsregeln und Bemessung für den Hochbau”
UNI EN 338	“Classi di resistenza”
UNI EN 1194	“Strutture di legno lamellare incollato – Classi di resistenza e determinazione dei valori caratteristici”
UNI EN 1993-1-1	Eurocodice 3 – Progettazione delle strutture in acciaio – Parte 1-1: Regole generali – Regole generali e regole per gli edifici
DIN 18800_Teil 3	“Stahlbauten; stabilitätsfalle, plattenbeulen”, novembre 1990 – Costruzioni in acciaio, stabilità, piastre
UNI EN 1992-1-1	Eurocodice 2 – Progettazione delle strutture di calcestruzzo – Parte 1-1: Regole generali – Regole generali e regole per gli edifici
UNI EN 1995-1-2	Eurocode 5 – Design of timber structures. Part. 1-2: General Structural fire design

NORMATIVA ITALIANA DI RIFERIMENTO

NUOVE NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI	D.M. 14 Gennaio 2008 – circolare 617 del 02-02-2009
ISTRUZIONI PER LA PROGETTAZIONE L'ESECUZIONE ED IL CONTROLLO DI STRUTTURE IN LEGNO	CNR-DT 206/2007
PROGETTAZIONE ELEMENTI IN ACCIAIO E CEMENTO ARMATO:	D.M. 14 Gennaio 2008 – circolare 617 del 02-02-2009 CNR-UNI 10011, Giugno 1988

Assunzioni di calcolo (rif. DM 17/01.2018 e DM 14/01/2008):

Combinazione delle azioni (vd. P.to 2.5.3 – D.M. 14-01-2008)

- Combinazione FONDAMENTALE, generalmente impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):

$$\gamma_{G1}G_1 + \gamma_{G2}G_2 + \gamma_P P + \gamma_{Q1}Q_{K1} + \gamma_{Q2}\psi_{02}Q_{K2} + \gamma_{Q3}\psi_{03}Q_{K3} + \dots$$

- Combinazione caratteristica (RARA), generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili, da utilizzarsi nelle verifiche alle tensioni ammissibili:

$$G_1 + G_2 + P + Q_{K1} + \psi_{02}Q_{K2} + \psi_{03}Q_{K3} + \dots$$

- Combinazione FREQUENTE, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11}Q_{K1} + \psi_{22}Q_{K2} + \psi_{23}Q_{K3} + \dots$$

- Combinazione QUASI PERMANENTE, per gli stati limite di esercizio (SLE), generalmente impiegata per gli effetti a lungo termine:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21}Q_{K1} + \psi_{22}Q_{K2} + \psi_{23}Q_{K3} + \dots$$

- Combinazione SISMICA, impiegata per gli stati limite ultimi (SLU) e di esercizio (SLE), connessi all'azione sismica E:

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21}Q_{K1} + \psi_{22}Q_{K2} + \dots$$

- Combinazione ECCEZIONALE, impiegata per gli stati limite ultimi (SLU) connessi alle azioni eccezionali di progetto A_d:

$$G_1 + G_2 + P + A_d + \psi_{21}Q_{K1} + \psi_{22}Q_{K2} + \dots$$

(vd. P.to 2.6.1 - Tab. 2.6.- D.M. 14-01-2008)

coefficiente γ		EQU	A1 STR		A2 GEO
Carichi permanenti	favorevoli	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	sfavorevoli		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti non strutturali	favorevoli	γ_{G2}	0,0	0,0	0,0
	sfavorevoli		1,5	1,5	1,3
Carichi variabili	favorevoli	γ_{Qi}	0,0	0,0	0,0
	sfavorevoli		1,5	1,5	1,3

Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali siano compiutamente definiti, si potranno adottare per essi gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.

(vd. P.to 2.5.3 - Tab. 2.5.1 - D.M. 14-01-2008)

Categoria / Azione Variabile	ψ_{0j}	ψ_{1j}	ψ_{2j}
Categoria A – Ambienti ad uso residenziale	0,7	0,5	0,3
Categoria B – Uffici	0,7	0,5	0,3
Categoria C – Ambienti suscettibili di affollamento	0,7	0,7	0,6
Categoria D – Ambienti ad uso commerciale	0,7	0,7	0,6
Categoria E – Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso industriale	1,0	0,9	0,8
Categoria F – Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso < 30 kN)	0,7	0,7	0,6
Categoria G – Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso > 30 kN)	0,7	0,5	0,3
Categoria H – Coperture	0,0	0,0	0,0
Vento	0,6	0,2	0,0
Neve (a quota < 1.000 m s.l.m.)	0,5	0,2	0,0
Neve (a quota > 1.000 m s.l.m.)	0,7	0,5	0,2
Variazioni Termiche	0,6	0,5	0,0

La struttura portante è costituita da elementi in legno lamellare incollato prefabbricato. Tensioni e deformazioni vengono assunte alla base dei calcoli e si riferiscono ad una qualità del legno e di incollaggio come precisato nella tabella 6 delle norme DIN 1052. Le lamelle costituenti gli elementi incollati sono in legno di conifera (abete) GL28c per le parti curve e GL24h per le parti dritte, in base alle direttive delle norme vigenti.

a) Preparazione delle lamelle.

Le lamelle di sezione massima di cm2 72 saranno essicate ad alta temperatura.

Avranno umidità relativa del 9% (+3% o -3%), per ambienti chiusi o riscaldati; saranno incollate su una faccia con una quantità di colla pari a 0,6 Kg/m2 mediante incollatrice a fili; la pressione sarà omogenea di circa 8,5 Kg/m2.

Il tutto in conformità con le DIN 1052.

Le lamelle saranno incollate di testa con giunto a pettine secondo le norme DIN 68140.

b) Colle.

Le colle impiegate saranno a base di resine sintetiche chimicamente neutre a base di resorcina - formaldeide o kaurit secondo DIN-FMPA.

c) Legno lamellare.

Le lamelle costituenti gli elementi incollati saranno conformi alle direttive della norme DIN 4074, inoltre la composizione, mediante colla, delle tavole di abete deve dare luogo ad una qualità del lamellare GL28c per le parti curve e GL24h per le parti dritte, in base alle direttive delle norme vigenti.

d) Protezione delle superfici.

Onde proteggere gli elementi in legno incollato dagli agenti atmosferici o, comunque, dagli attacchi di parassiti vegetali e dagli insetti xylofagi, tutte le superfici vanno trattate con prodotti Bayer, tipo xyladecor o similari.

e) Carpenteria e connessioni metalliche.

Gli accessori metallici saranno, salvo prescrizione specifica del DL, in acciaio S275JR (UNI EN 10025) trattati con zincatura a caldo, parapetti in acciaio inox ASI 316 (EN 14401).

Il calcolo ed i parametri statici seguiranno le indicazioni delle normative vigenti sopra richiamate. I chiodi, i bulloni e gli elementi zincati standard per la formazione dei giunti e dei collegamenti, seguiranno le norme DIN 1052

f) Progetto costruttivo d'officina.

L'Impresa dovrà produrre il progetto costruttivo d'officina da sottoporre alla DL per l'approvazione preventiva prima della produzione.

g) Montaggio delle strutture

Per il montaggio delle strutture dovrà essere prodotto dall'Impresa uno specifico Piano di Montaggio ai sensi del D. Lgs. 81/2008 e smi. L'assemblaggio della struttura in legno lamellare avverrà a piè d'opera con inserimento delle controventature indicate in progetto esecutivo.

9. OPERE IN MASSI NATURALI

9.1 Generalità

Tutte le opere in massi naturali, intasati con cls o non, saranno realizzate con massi di pietra granitica di dimensione minima 0.80x0.80x0.80 m. Il calcestruzzo utilizzato dovrà avere un coefficiente di resistenza caratteristica cubica (R_{ck}) maggiore di 25 N/mm².

9.2 Caratteristiche dei materiali

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

- peso volumico: > 24 kN/m³ (2400 kgf/m³)
- resistenza alla compressione: > 50 N/mm² (500 kgf/cm²)
- coefficiente di usura: < 1.5 mm
- coefficiente di imbibizione: < 5%
- gelività: il materiale deve risultare non gelivo

I massi naturali saranno di peso non inferiore a quanto prescritto dalla Direzione Lavori, non dovranno presentare notevoli differenze nelle tre dimensioni e dovranno risultare a spigolo vivo e squadriati.

9.3 Modalità esecutive

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

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

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

9.4 Prove di accettazione e controllo

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

Dovranno essere eseguiti almeno cinque controlli di accettazione: l'esito di tale controllo sarà vincolante per l'accettazione della partita relativa al suddetto tratto di opera.

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

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

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

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

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

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

10. TUBAZIONI

10.1 Generalità

Per quanto riguarda i criteri da osservare nella progettazione, nella costruzione, nel collaudo delle tubazioni e degli elementi che le costituiscono, si farà riferimento alle norme tecniche emanate con Decreto del Ministero dei LL.PP del 12 dicembre 1985 (“Norme tecniche relative alle tubazioni”, G.U. n. 61 del 14 marzo 1986) e relativa circolare n. 27291 del 20 marzo 1986 (“Istruzioni relative alla normativa per le tubazioni”).

10.2 Prove di controllo

10.2.1 Prove d'accettazione

Dovrà essere attestato che le modalità di fabbricazione dei tubi siano conformi alle procedure del sistema qualità, di cui alle norme UNI EN ISO 9002:1994; in ogni caso, il manufatto dovrà essere fabbricato in officina o cantiere debitamente attrezzato, con procedimento atto a garantire il costante raggiungimento dei requisiti di tutti manufatti prodotti.

Tutte le operazioni che compongono il processo di lavorazione, dovranno essere ripetute secondo uno schema prestabilito e ben precisato, in conformità a quanto specificato nelle normative vigenti.

Su richiesta della Direzione Lavori, l'Impresa dovrà fornire tutti i certificati che attestino la rispondenza dei materiali alle prescrizioni di progetto, rilasciati da un istituto di ricerca autorizzato a tale scopo.

Su ciascun tubo dovranno essere marcati in modo indelebile i seguenti dati:

- nome del fabbricante o marchio di fabbrica;

- sigla dell'Ente Appaltante;

- data di produzione del tubo;

- diametro nominale.

In caso di esito negativo delle prove, l'Impresa sarà tenuta a sostituire, a sue spese, i materiali rifiutati con altri corrispondenti alle norme contrattuali.

Innanzitutto, si procederà ad un controllo dimensionale: diametro, spessore, lunghezza, angolo di curvatura e deviazioni delle superfici frontali, in modo da verificare se le misure del manufatto siano entro i limiti di tolleranza.

Le altre prove saranno eseguite da un istituto specializzato scelto dalla Direzione Lavori, il quale emetterà un certificato dei risultati ottenuti sui campioni.

10.3 Trasporto, movimentazione, posa e rinterro dei tubi

10.3.1 Imballaggi

Gli imballaggi possono essere di legno o altri materiali e generalmente saranno considerati a perdere. Il tipo di imballaggio è a scelta dell'Impresa ma deve garantire che i manufatti oggetto della fornitura non vengano danneggiati durante il trasporto e che i tubi mantengano la forma circolare.

Lo stoccaggio deve avvenire su terreno pianeggiante e privo di irregolarità adattando supporti di legno alla base delle cataste in modo da distribuire uniformemente i pesi. Se i tubi non vengono adoperati per un lungo periodo, dovranno essere protetti dai raggi solari diretti.

10.3.2 Trasporto

Nel trasporto dovranno essere prese tutte le precauzioni necessarie, onde evitare possibili danneggiamenti. Le impalcature per il fissaggio del carico potranno essere realizzate con bande di canapa o di nylon; se si usano cavi di acciaio, i tubi dovranno essere protetti nella zona di contatto con essi.

Le operazioni di carico e scarico dovranno essere effettuate con cura. I tubi non devono essere trascinati o fatti rotolare su terreni accidentati, non devono essere lanciati da un'altezza superiore a 30 cm e non devono essere accatastati più di quattro tubi in altezza.

10.3.3 Posa in opera

La posa in opera avverrà direttamente dal mezzo di trasporto della ditta produttrice delle tubazioni, senza ricorrere a depositi intermedi su piazzale a piè d'opera.

Pertanto, l'invio delle tubazioni dalla fabbrica dovrà essere eseguito di volta in volta, man mano che procederanno i lavori di scavo della sede della condotta.

La Direzione Lavori si riserva tuttavia la facoltà di ordinare il deposito delle tubazioni in apposite zone di stoccaggio a spese e cura dell'Appaltatore.

Prima dell'allineamento, il tubo dovrà essere pulito internamente con scovoli atti a rimuovere tutto lo sporco ed ogni frammento che possa disturbare o danneggiare l'installazione; la medesima operazione di pulizia dovrà essere fatta alle valvole ed agli altri pezzi speciali.

Alla fine di ogni giorno di lavoro le estremità della linea in costruzione dovranno essere chiuse con un fondello di tipo approvato dalla Direzione Lavori, tale da impedire l'entrata di acqua e di corpi estranei nella tubazione sino alla ripresa del lavoro: tale fondello dovrà essere applicato tutte le volte che l'estremità libera di una qualsiasi tubazione verrà lasciata incustodita.

Le testate dei tubi dovranno essere perfettamente ripulite da vernici, grassi, bave, terra, ecc. con un metodo approvato dalla Direzione Lavori, in modo da evitare difetti nell'esecuzione delle saldature.

10.3.4 Fondo della trincea e sottoscavo

La superficie del terreno in corrispondenza dell'appoggio del tubo sarà continua, e priva di sassi o zolle di argilla.

Dove il fondo dello scavo risultasse di terreno inconsistente, questo dovrà essere rimosso e sostituito con materiale di appoggio adatto. Se si incontrassero zone più estese di questo genere, con scarsa capacità portante per sopportare i materiali di appoggio del tubo, si dovranno rifare i calcoli di resistenza meccanica e ricorrere ad appoggi speciali (leganti idraulici, ispessimento del sottofondo in calcestruzzo, ecc.).

L'eventuale acqua d'infiltrazione deve essere rimossa durante le operazioni di posa fino al completamento delle operazioni di rinfiacco.

10.3.5 Procedura di messa in opera

Ultimato lo scavo, si procederà alla formazione di uno strato di conglomerato cementizio a 2 ql/m³. La continuità del supporto sarà ripristinata dopo il completamento della giunzione; l'allineamento ed il livellamento dei tubi deve essere curato, in modo che il disassamento di due barre contigue non sia maggiore a mezzo grado.

Prima di procedere alla posa, le tubazioni devono essere controllate per verificare la loro integrità. Verranno calate nello scavo con il segno di riferimento bianco rivolto verso l'alto. L'estremità delle tubazioni da unire verranno pulite e lubrificate con gli appositi lubrificanti forniti dai produttori o con sapone liquido (mai con oli minerali), prestando attenzione affinché la punta non si sporchi prima di penetrare nel bicchiere o nel manicotto della tubazione già posata.

Salvo diverso ordine impartito caso per caso dalla Direzione dei Lavori, si dovranno adottare per il letto di posa e il rinfiacco le dimensioni che figurano dai disegni di progetto e che saranno prescritte all'atto esecutivo dalla Direzione dei Lavori.

Ad ogni sospensione del lavoro l'impresa dovrà chiudere provvisoriamente l'ultimo tubo con un tappo in gres o plastica e mai con stracci, sacchi, carta od altro materiale facil-mente deformabile. L'impresa dovrà provvedere, senza alcun onere aggiuntivo, alla realizzazione di tutti i dispositivi di sicurezza che si rendessero necessari, oltre che a qualsiasi altro strumento per consegnare l'opera finita a regola d'arte (impianti di illuminazione, ponteggi, staffaggi, opere provvisori, ecc.).

10.3.6 Rinfiacco e rinterro

Queste operazioni saranno eseguite immediatamente dopo la posa; in caso ciò fosse impossibile si procederà ad un controllo accurato dell'allineamento prima di rinfiacare.

Il materiale usato per il rinfiacco ed il ricoprimento del tubo sarà uno strato di sabbia fine di cava o, dove indicato nei disegni di progetto, uno strato di conglomerato cementizio a 2 ql/m³ (come da sezioni tipo di posa). La compattazione del rinfiacco di sabbia e del rinfiacco e del rinterro in materiale drenante sarà spinta ad almeno il 90 % della Proctor Standard mediante pestelli

pneumatici o altro macchinario equivalente e verrà effettuata per strati non superiori a 25 cm circa. Si procederà quindi al ricoprimento fino al piano campagna di progetto, usando il materiale di scavo ove esso sia ritenuto idoneo dalla D.L. I giunti saranno lasciati scoperti fino al collaudo idraulico avvenuto.

10.3.7 Norme di compattazione e controlli qualitativi

Dovranno essere utilizzate attrezzature idonee a garantire la densità richiesta. Si potranno utilizzare vibratori a piastra battente o, per il letto di posa, rulli.

Per assicurare la rispondenza alle prescrizioni del progetto, si eseguiranno periodicamente misurazioni dell'ovalizzazione della tubazione installata. Se la riduzione del diametro verticale risultasse maggiore del 3 %, la compattazione dovrà essere incrementata.

Durante la fase di rinterro dovrà esser posta molta cura nel proteggere le tubazioni dalla caduta di sassi, da colpi provenienti dal macchinario utilizzato per la compattazione o per la distribuzione del materiale. Nel caso un tubo risultasse danneggiato, si procederà alla sua sostituzione.

Per il fatto dell'esecuzione e superamento delle prove preliminari di collaudo, non resteranno menomate in alcun modo le facoltà del Collaudatore, al cui giudizio esclusivo è riservato di effettuare controlli e prove sulla condotta in opera, essendo stabilito che tutte le garanzie contrattuali vanno riferite a condotta posta in opera.

Dopo aver eseguito le prove, le riparazioni e le controprove e quelle di tenuta delle condotte, se tutto é in perfetta regola, sarà impartito all'impresa l'ordine di coprire le condutture e riempire le trincee.

La superficie dei riempimenti delle trincee dovrà essere sistemata in modo che le acque pluviali possano liberamente passarvi sopra, senza formazione di ristagni. Ove l'impresa avesse coperto qualche tratto di condotta o riempito qualche trincea senza l'autorizzazione della Direzione Lavori, questa provvederà a farla riscavare e scoprire nuovamente a spese dell'impresa medesima.

Le tubazioni saranno montate da personale specializzato previa preparazione del piano di posa, conformemente ai profili prescritti. Eseguite le giunzioni si procederà al controllo della posizione altimetrica e planimetrica della condotta ed alle conseguenti eventuali rettifiche che saranno a totale carico dell'impresa.

Nell'interno ed in corrispondenza dei giunti i tubi dovranno essere perfettamente puliti; sarà evitata la loro posa in opera in presenza d'acqua o di fango e nel tubo non dovranno rimanere corpi estranei, terra, sassi, sabbia od impurità di sorta.

Ogni tratta compresa fra un pozzetto e l'altro dovrà essere perfettamente rettilinea e di pendenza costante in accordo ai profili approvati dalla Direzione Lavori.

Tutti i cambiamenti di direzione e di pendenza della condotta dovranno essere eseguiti tramite un pozzetto di ispezione.

La pendenza di ogni tubo dovrà essere costantemente controllata in modo da mantenere una livelletta regolare e costante e secondo i profili di posa esecutivi.

Tutte le tubazioni dovranno soddisfare i requisiti richiesti dal decreto 12.12.1985 “Norme tecniche relative alle tubazioni”.

10.4 Tubi cemento armato a giunto saldato e rivestiti con liner di HDPE

Tubazione prefabbricata in c.a. senza base piana di appoggio, giunto a bicchiere del tipo a campana, guarnizione incorporata nel getto, rivestimento interno su tutta la superficie della tubazione in Liner di Polietilene ad Alta Densità HDPE perfettamente integrato nel getto, comprensivo di successiva saldatura in opera eseguita da personale specializzato

Una volta posata la tubazione si procederà ad eseguire la saldatura dei giunti con tecnica ad estrusione (per apporto di materiale) e non ad aria calda, al fine di garantire l'assoluta tenuta stagna sia dall'interno che dall'esterno. A totale garanzia dell'opera tutte le saldature dovranno essere verificate con la tecnica dello scintillografo e dovrà essere rilasciato un verbale che attesti la positività di ogni saldatura.

La posa sarà preceduta dall'applicazione sul maschio di apposito lubrificante compatibile con la gomma stessa. Le tubazioni avranno sezione interna circolare e dovranno rispondere alla legge UNI EN 1916 del maggio 1997, alla Legge UNI 9858 del maggio 1991, la legge UNI 8981/1 a 7, la legge DIN 4035, il DM 12 dicembre 1985 e circolare Ministero LL.PP. n° 27291 del 2 marzo 1986 e D.M. 14 febbraio 1992, esenti da fori passanti, poste in opera su sella d'appoggio continua in cls o materiale autocostipante, in grado di garantire una superficie d'appoggio che si adatti il più possibile alla superficie esterna del tubo, su tutta la lunghezza dell'elemento, e per la larghezza definita dall'angolo di sella previsto dal progetto statico, compresi gli eventuali rinfianchi e l'onere del controllo della livelletta con l'ausilio di apparecchiature laser. Non saranno ammesse pertanto zone vuote, o cavità, o grandi bolle affioranti sulla superficie di contatto. La tubazione e il relativo giunto dovranno garantire inoltre la resistenza alla corrosione derivante da eventuali correnti vaganti. La giunzione tra le tubazioni dovrà essere realizzata mediante apparecchiature idrauliche o manuali di tiro, previo controllo in stabilimento delle tolleranze dimensionali che non dovranno superare in termini di deformazione quelle stabilite dal progetto del giunto e dichiarate dal produttore negli appositi documenti di produzione.

Le tubazioni dovranno avere una classe di resistenza allo schiacciamento, provato secondo quanto previsto dal progetto di norma U73.04.096.0. (APPENDICE C), non inferiore a:

da DN 300 mm a 700 mm	135 kN/m ²
da DN 800 mm a 1200 mm	110 kN/m ²
da DN 1300 mm a 1600 mm	100 kN/m ²
oltre DN 1600 mm	190 kN/m ²

Il carico minimo di schiacciamento per unità di lunghezza sarà ricavato moltiplicando la classe di resistenza per un millesimo del diametro nominale interno.

Il reinterro della tubazione dovrà essere realizzato con materiale granulare omogeneo, anche proveniente dagli scavi, purché liberato dalle pietre di dimensioni superiori a 50 mm, dalle zolle, dai materiali organici e da elementi estranei alla natura del terreno. Il reinterro dovrà sempre avvenire mediante compattazione a strati orizzontali di spessore compreso fra 250 e 300 mm. La compattazione dovrà essere eseguita mediante piastre vibranti regolabili, di potenza media. Al fine di assicurare il contributo delle spinte laterali del terreno alla capacità portante del tubo, la compattazione dovrà al minimo oltrepassare l'estradosso superiore del tubo di 500 mm. L'Impresa è tenuta a fornire tutti i calcoli di verifica alla stabilità, firmati da un ingegnere iscritto all'albo, e ad assumersi con lui ogni responsabilità conseguente. Le tubazioni andranno calcolate in modo da sopportare il riempimento di prima fase ed i carichi stradali propri della strada, in funzione della larghezza dello scavo e delle modalità di reinterro dello stesso; le norme di riferimento saranno le UNI 7517, le DIN 4033 e le ATV A127. La fornitura delle tubazioni dovrà essere corredata dai documenti di produzione e dalle registrazioni di controllo e collaudo.

10.4.1 Processo di fabbricazione

Sono manufatti in c.a. da utilizzarsi per il convogliamento delle acque meteoriche e/o reflui urbani o industriali. Sono costruiti in officine o cantieri debitamente attrezzati, con procedimento atto a garantire il costante raggiungimento dei requisiti di tutti i manufatti prodotti; a tal fine tutte le operazioni che compongono il processo di fabbricazione dovranno essere ripetute secondo uno schema prestabilito e ben precisato.

La stagionatura potrà avvenire posizionando i tubi in verticale con continua asperzione di acqua oppure con trattamento a vapore purché l'impianto sia attrezzato in modo tale da consentire la ripetizione di ciascun ciclo di maturazione accelerata secondo una curva predeterminata.

10.4.2 Dimensioni e movimentazione

Il diametro interno deve corrispondere al DN e nessun valore rilevato deve scostarsi dal valore nominale di oltre $3+(0.004 \times \text{DN})$ mm

I tubi devono essere dotati di idonei, ed in numero adeguato, ganci di sollevamento che garantiscano la movimentazione e la posa in opera salvaguardando le condizioni di sicurezza secondo le vigenti normative. Il carico di rottura del gancio sarà pari ad almeno 2.5 volte il valore della portata nominale ed il carico di rottura del cls all'atto del sollevamento maggiore di 300 kg/cm² con coeff. di sicurezza uguale a 2.

10.4.3 Inerti

Gli inerti devono essere tali da assicurare la migliore resistenza contro possibili corrosioni chimiche e meccaniche da parte delle acque convogliate.

Gli inerti dovranno essere perfettamente lavati, di granulometria assortita, ottenuta tramite miscela di almeno 3 inerti con granulometrie complementari, con l'avvertenza che la dimensione massima non sarà mai superiore a $\frac{1}{4}$ dello spessore del manufatto e comunque mai maggiore di 25 mm.

La composizione granulometrica, oltreché legata al processo di fabbricazione, dovrà essere tale da consentire la massima compattezza del getto.

10.4.4 Acqua

L'acqua dovrà essere limpida, preferibilmente potabile e non contenere acidi o basi, deve essere priva di sostanze nocive sia in soluzione che in sospensione e rispondere ai requisiti fissati dalla UNI EN 1008

10.4.5 Cemento

Il cemento utilizzato potrà essere di tipo pozzolanico, d'alto forno o Portland 42.5 per ottenere un calcestruzzo con caratteristiche come sotto specificato.

10.4.6 Armatura metallica

Sarà costituita da tondino d'acciaio del tipo B450A, stirato a freddo o laminato a caldo (acciaio ad alta duttilità) e comunque conforme alle norme vigenti per l'esecuzione delle opere in cemento armato, avvolto in semplice o doppia spirale, saldando elettricamente (senza apporto di materiale) la spirale continua ai longitudinali, in numero e diametro sufficienti a costruire una gabbia robusta, non soggetta a deformarsi durante la fabbricazione del tubo. Il numero, il diametro e la disposizione delle spire e delle generatrici sono lasciate alla scelta del costruttore e saranno tali da garantire le caratteristiche prestazionali. In ogni caso il passo della spirale non sarà superiore a 120 mm, la distanza tra le generatrici non dovrà superare 2 volte lo spessore del tubo.

La percentuale minima della sezione dell'armatura, relativa all'area della sezione longitudinale del corpo del tubo, deve essere 0.4 % per tondo liscio e 0.25 % per tondo ad aderenza migliorata. La protezione delle armature sarà garantita oltre che dallo spessore del copriferro (min. 25 mm) anche dalla resistenza alla permeabilità del calcestruzzo ai fluidi aggressivi. Occorre quindi che il cls sia compatto, poco permeabile e privo di fessure e microfessure.

L'assorbimento d'acqua del calcestruzzo non dovrà superare il 6 % in massa.

10.4.7 Calcestruzzo

Gli ingredienti dell'impasto devono essere misurati con precisione, il cemento a peso, gli inerti preferibilmente in peso, l'acqua in peso o in volume. Il rapporto acqua/cemento dovrà essere oggetto di controllo accurato per essere mantenuto costante tenendo conto anche dell'umidità propria degli inerti.

Il dosaggio della miscela sarà tale da ottenere un calcestruzzo con le seguenti caratteristiche:

resistenza a compressione 7 gg 250 kg/cm²

	28 gg	370 kg/cm ²
resistenza a flessione	7 gg	20 kg/cm ²
	28 gg	45 kg/cm ²
I provini cubici saranno secondo UNI EN 12390		

10.4.8 Metodi di prova

A giudizio insindacabile della D.L. i tubi potranno essere sottoposti ad una serie di prove di stabilimento da definire con il produttore. I campioni dovranno essere dati gratuitamente dal fornitore in ragione dello 0.33 % del quantitativo ordinato per ogni diametro e comunque mai in numero di tubi inferiore a 3. Se durante il collaudo un tubo non rispondesse alle prescrizioni contrattuali si ripeterà la prova su un numero doppio di tubi.

Le prove di collaudo, su tubi asciutti, consisteranno, oltre che nella verifica delle dimensioni e delle tolleranze, nelle seguenti altre:

Prova di rottura per schiacciamento (su tubazione senza rivestimento protettivo interno – Norma UNI EN 1916 Allegato C)

La prova può essere eseguita su un tubo intero oppure su un tronco cilindrico dello stesso lungo non meno di 1 metro.

Prova di tenuta dei giunti e dei tubi – Norma UNI EN 1916 Allegato E

Le prove di tenuta dovranno essere eseguite su tubi posti su una macchina/attrezzatura idonea all'allineamento di due tubi con relativo giunto. Detta attrezzatura deve assicurare in modo idoneo la tenuta alle estremità, il riempimento graduale con acqua e l'eliminazione dell'aria. A riempimento avvenuto verrà gradualmente elevata la pressione sino ad un valore pari a 5 metri di colonna d'acqua misurata all'asse dei tubi e mantenuta per 15'. Non ci devono essere perdite né gocciolamenti evidenti. Non è considerata perdita l'apparizione di macchie d'umidità sulla superficie esterna.

10.4.9 Motivo di rifiuto

I tubi potranno essere rifiutati nei seguenti casi:

- perché non rispondenti alle prescrizioni di dimensionamento e relative tolleranze ed alle prescrizioni di fabbricazione
- per esito negativo delle prove di accettazione, a giudizio della D.L.
- per manifesti difetti di proporzionamento dei componenti del cls o mancanza di compattezza dei getti
- per danneggiamento delle testate che non consentono di effettuare una giunzione a regola d'arte

- per palesi gravi difetti nei getti (cavità, rotture), che non consentono l'esecuzione di riparazioni di sicura durata
- per fessure che attraversano la parete del tubo, qualunque ne sia la lunghezza e la larghezza
- per armatura visibile o tracce di ossido ed altri riscontri indicanti che la stessa non ha il ricoprimento minimo in ogni sua parte

In tal caso la ditta appaltatrice sarà tenuta a sostituire prontamente il materiale rifiutato con altro rispondente alle norme contrattuali, con l'avvertenza che nel caso non si provvedesse tempestivamente l'Amministrazione potrà provvedere d'ufficio avvalendosi del deposito cauzionale, salva ed impregiudicata ogni altra azione legale per qualsiasi danno dovesse derivare dalla inadempienza del contratto.

L'accettazione dei tubi da parte della D.L. non solleva l'appaltatore dall'obbligo di consegnare il condotto finito a regola d'arte, secondo le prescrizioni del presente capitolato.

10.4.10 Normative di riferimento

- D.M.LL.PP. 12/12/85 Norme tecniche relative alle tubazioni
- Circ.M.LL.PP.n 27291 Istruzioni relative alla normativa per le tubazioni. Decreto
M.LL.PP. 12/12/85
- D.Ministeriale 23/02/71 Norme tecniche per gli attraversamenti e per i parallelismi di
condotte e canali convoglianti liquidi e gas con ferrovie ed altre
linee di trasporto
- UNI EN 1916 Tubi e raccordi di calcestruzzo non armato, rinforzato con fibre
di acciaio e con armature tradizionali
- UNI EN 1917 Pozzetti e camere di ispezione di calcestruzzo non armato,
rinforzato con fibre di acciaio e con armature tradizionali
- UNI EN 681-1 Elementi di tenuta in elastomero - Requisiti dei materiali per
giunti di tenuta nelle tubazioni utilizzate e per adduzione e
scarico acqua - Parte 1: gomma vulcanizzata

11. MANUFATTI PREFABBRICATI IN CALCESTRUZZO

11.1 Pozzetti di ispezione

11.1.1 Generalità

La produzione dei pozzetti dovrà essere controllata nelle varie fasi, in analogia a quanto previsto nelle tabelle della guida applicativa I.C.M.Q. (Istituto Certificazione e Marchio Qualità) per la certificazione del sistema di qualità per le tubazioni prefabbricate in calcestruzzo. I pozzetti, le loro giunzioni e gli innesti dovranno essere tali da garantire il rispetto delle prescrizioni contenute nelle vigenti norme per la tutela delle acque dall'inquinamento, compresi gli oneri per il trasporto, il carico, lo scarico, la movimentazione, il collegamento delle tubazioni, i controlli idraulici di tenuta senza l'impiego di sigillanti o di stuccature.

Eventuali realizzazioni di allacciamenti in opera verranno realizzati forando la parete del manufatto con idonea carotatrice, eseguendo un foro di diametro adeguato all'alloggiamento della tubazione entrante e la relativa guarnizione, rispondente alle norme UNI EN 681:2002-2004, DIN 4060, ISO 4633:2002.

11.1.2 Manufatti prefabbricati

L'ispezione della rete sarà consentita da pozzetti d'accesso prefabbricati in calcestruzzo armato Rck 40 MPa, aventi dimensioni interne 1.5X1.5 e spessore adeguato alle diverse profondità di posa, munito di forometrie per entrata/uscita tubazione DN1000

Ognuno di essi è costituito dai seguenti elementi:

- elemento di fondo;
- elementi raggiungi quota intermedi;
- soletta di copertura finalizzata a supportare carichi stradali di I categoria;
- torrino di accesso per la messa in quota del passo d'uomo.

Il pozzetto sarà dotato di rivestimento interno delle pareti e del fondo con Liner di Polietilene ad Alta Densità HDPE perfettamente integrato nel getto e saldato in opera ad estrusione (tra il fondo e le pareti, tra elemento di base e prolunga e dei tubi entrata/uscita), per una garanzia assoluta di tenuta idraulica

11.1.3 Normativa di riferimento

Legge 1086 del 05/11/1971. Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio, normale e precompresso ed a struttura metallica.

Legge 64 del 02/02/1974. Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.

D.M. LLPP del 11/03/1988. Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.

D.M. LLPP del 14/02/1992. Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche.

D.M. 9 Gennaio 1996. Norme Tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche.

D.M. 16 Gennaio 1996. Norme Tecniche relative ai Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi.

D.M. 16 Gennaio 1996. Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche.

Circolare Ministero LLPP 15 Ottobre 1996 N. 252 AA.GG./S.T.C.

Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche di cui al D.M. 9 Gennaio 1996

Circolare Ministero LLPP 10 Aprile 1997 N. 65/AA.GG.

Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche di cui al D.M. 16 Gennaio 1996.

12. CHIUSINI IN GHISA

Fornitura e posa di chiusino in ghisa sferoidale, a tenuta stagna, tenuta ermetica fino alla pressione di 1 bar, classe di carrabilità e luce netta di accesso secondo quanto indicato nei disegni di progetto, conforme alla norma UNI EN 124 e s.m.i. ("*Dispositivi di coronamento e di chiusura per zone di circolazione utilizzate da pedoni e da veicoli*"), costituito da:

- telaio di forma quadrata sia alla base che alla sommità munito di adeguata aletta perimetrale esterna continua sui quattro lati, arrotondato agli angoli, di larghezza non inferiore a 35 mm per ottenere una miglior base di appoggio e consentire un miglior ancoraggio alla fondazione;
- battuta interna sagomata ad U;
- vani cerniera a fondo chiuso con sistema di bloccaggio dei coperchi in posizione di apertura a 110°;
- sedi per l'alloggiamento dei sistemi di chiusura;
- coperchio di forma circolare munito di rilievi antisdrucchiolo, asole a fondo chiuso idonee per le chiavi di sollevamento, sistema di chiusura realizzato mediante chiavistello rotante bullonato, appendici idonee all'articolazione del coperchio al telaio nei vani cerniera senza impedirne l'estraibilità.

Inoltre tutti i coperchi ed i telai dovranno riportare:

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

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

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

13. OPERE IN CARPENTERIA METALLICA

13.1 Generalità

Sono incluse in questa categoria quelle opere metalliche di qualsiasi natura che non fanno esplicitamente parte delle opere elettromeccaniche o di altri dispositivi forniti compiuti in opera.

Per tutti i lavori od opere in acciaio od altro metallo (compresi piastre e profilati a C, L, I, T, doppio T, tipo IPE e HE) dovranno anzitutto osservarsi scrupolosamente, per quanto riguarda i materiali da impiegare, le norme precedentemente descritte (*“Caratteristiche dei vari materiali – Materiali ferrosi e metalli vari”*).

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

La prima categoria include impalcati, strutture portanti, capriate. Per tali opere l'impresa dovrà informare gli organi tecnici dell'Amministrazione allorché i materiali approvvigionati giungano all'officina affinché, prima che venga iniziata la lavorazione, gli organi tecnici suddetti possano disporre per un primo esame e verifica di detti materiali e per i prelievi di campioni per le prescritte prove di resistenza.

Gli organi tecnici dell'Amministrazione hanno la facoltà di far eseguire dette prove nel numero che riterranno opportuno e di rifiutare, in tutto o in parte, i materiali approvvigionati a seconda dell'esito di dette verifiche, senza che l'Impresa possa pretendere indennizzo alcuno o proroga ai termini di consegna.

Accettati regolarmente i materiali, si potrà procedere alla loro lavorazione e quindi, se gli organi tecnici dell'Amministrazione lo richiederanno, al montaggio provvisorio delle parti in officina. L'impresa dovrà successivamente informare gli organi tecnici dell'Amministrazione per le opportune verifiche dei materiali lavorati e per la loro pesatura, che saranno eseguite anch'esse in officina, il tutto a spese dell'impresa stessa.

Tutte le prove ed accettazioni provvisorie da parte degli organi tecnici dell'Amministrazione non esonerano l'impresa dalle sue responsabilità circa la perfetta riuscita delle opere, né dall'obbligo di sostituire o riparare tutti i materiali che manifestino difetti o guasti di qualsiasi genere e ciò anche dopo il montaggio e sino al collaudo favorevole.

La seconda categoria comprende le opere di minore importanza e di maggiore lavorazione come scale in ferro esterne ed interne, inferriate, parapetti, 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.

Tutti i metalli dovranno essere lavorati, utilizzando utensili e tecnologie compatibili con le caratteristiche dei metalli stessi (compresi gli acciai inossidabili), con regolarità di forme e precisione di dimensioni; i fori dovranno essere sempre eseguiti interamente al trapano; sarà tollerato

l'impiego del punzone per fori eseguiti con un diametro di almeno 4 mm inferiore al definitivo ed allargati poi mediante trapano o alesatore.

Le saldature autogene, eseguite in preferenza elettricamente, dovranno corrispondere alle prescrizioni del Registro Navale Italiano ed essere accuratamente ripulite e spianate a superficie piana se in vista, specie nelle opere rifinite; saranno ammesse con cordolo grezzo negli altri casi. Gli acciai inossidabili dovranno essere saldati utilizzando solo attrezzature idonee al fine di garantire l'inossidabilità dell'elemento ottenuto dall'unione saldata.

I tagli potranno eseguirsi normalmente con la cesoia; ma, se in vista, dovranno essere rifiniti nelle opere che lo richiedono, con una ripassata alla mola.

Fanno carico all'impresa per la posa in opera, gli oneri del trasporto, scarico, tiro in alto e qualsiasi opera provvisoria occorrente, ed inoltre gli scalpellamenti, la muratura di tasselli e grappe e di tutte le ferramenta accessorie a mura quali nottole, ganci, catenelle, braccialetti, piastrine, la rincoccatura, la ripresa dell'intonaco, la stuccatura e quanto altro occorre per dare l'opera pronta per l'opera del pittore.

La posa in opera suddetta è compresa e compensata con i prezzi previsti in elenco per le opere in acciaio od altro metallo.

Le varie parti dovranno essere progettate ed eseguite in base alle norme tecniche vigenti:

D.M. 09.01.96 - Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture di cemento armato, normale e precompresso, e per le strutture metalliche;

D.M. 16.01.96 - Norme tecniche relative ai "Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi";

Circ. Min.LL.PP. del 15.10.96 (n. 252 AA.GG/STC) - Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle opere in cemento armato, normale e precompresso, e per le strutture metalliche";

Circ. Min. LL.PP. del 04.07.96 (n. 156AA.GG/STC) - Istruzioni per l'applicazione delle "Norme relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi di cui al D.M. 16.01.96";

D.M. 04.05.90 - Aggiornamento delle norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo dei ponti stradali;

Circ.LL.PP.-Pres.Cons.Sup.Serv.Tecn.Centr. 25.02.91 (n. 34223) - Legge 02.02.74, n. 64 – Art. 1 D.M. 04.05.90 – Istruzioni relative alla normativa tecnica dei ponti stradali;

C.N.R. 10011/85 - Costruzioni in acciaio: istruzioni per il calcolo, l'esecuzione, il collaudo e la manutenzione.

Tutta la carpenteria metallica sarà fornita con trattamento anticorrosivo realizzato in officina mediante zincatura a caldo secondo norma UNI EN ISO 1461, ad eccezione di quella prevista in progetto in acciaio inox.

Lo zinco da usare nei bagni di zincatura avrà qualità compresa tra quelle dello zinco di prima fusione, con purezza non meno dello zinco.

La determinazione del peso del rivestimento sarà effettuata con le modalità riportate dalla UNI EN ISO 1460/97.

Il peso dello strato di zinco per mq di superficie zincata non dovrà essere inferiore a circa 550 g/cm².

Sono vietate in cantiere tutte quelle lavorazioni sulle strutture metalliche pronte per il montaggio che possano arrecare danni ai rivestimenti protettivi eseguiti in stabilimento.

13.2 Materiali

Nella costruzione dovranno essere impiegati profilati, tondi e larghi, piatti in Fe 37 B ed Fe 52 B UNI 5334/64, lamiere in Fe 37 C ed Fe 52 C UNI 5335/64 rispettivamente per i tipi 1 e 2 degli acciai al carbonio previsti dalle Norme CNR - UNI 10011 per spessori minori o uguali a 30 mm, laminati o scatolati in acciaio inox per piccola carpenteria del tipo adatto per immersione in acqua potabile.

Per spessori maggiori di 30 mm le classi degli acciai dovranno essere di tipo C per i profilati e di tipo D per le lamiere.

La bulloneria ed i tirafondi di fondazione come indicato nelle norme CNR - 10011; ma in ogni caso mai inferiori a Fe 42 B.

Nel caso di unioni ad attrito le caratteristiche meccaniche e dimensionati dei bulloni ad alta resistenza dovranno essere corrispondenti a quelle del progetto 2-11 delle norme CNR-UNI 5744/66.

13.3 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.

Le lamiere ed i grigliati saranno sottoposti a trattamento di protezione mediante zincatura a caldo secondo la norma UNI EN 1461 solo al termine delle lavorazioni meccaniche necessarie per la realizzazione dei pezzi finiti.

13.4 Coperture di botole e pozzetti

Le lamiere striate per la copertura di pozzetti, botole, specchiature attraversate da tubazioni, ecc. avranno spessore minimo di 6 mm, sotto stria. Ove la luce degli appoggi lo richieda, la lamiera sarà opportunamente rinforzata con intelaiatura di angolari e piatti in modo da resistere al carico di 500 kg/m².

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

Le lamiere ed i telai saranno sottoposti a trattamento di protezione mediante zincatura a caldo secondo la norma UNI EN 1461 solo al termine delle lavorazioni meccaniche necessarie per la realizzazione dei pezzi finiti.

13.5 Parapetti metallici

I parapetti, interamente in acciaio, sono costituiti da barriere a telai prefabbricati con montanti saldati ad una piastra da fissare alle strutture civili mediante tirafondi costituiti da profilati tipo IPE 100 h=1000 mm, a testa arrotondata e posti ad interasse di 2 metri, telaio con profili orizzontali ad U da 50x30x4 con interposti piatti verticali saldati da 40x5 mm (luce netta tra gli stessi piatti non superiore a 100 (cento) millimetri, UNI 10809) e corrimano superiore in tubolare ϕ 48 mm completo di spinotti.

Ogni parapetto sarà dato in opera completo delle necessarie zanche e piatti per il fissaggio al calcestruzzo o alle opere metalliche, in modo che non abbiano a verificarsi vibrazioni di sorta e saranno conformi alle norme vigenti; il campione dovrà essere approvato dalla Direzione Lavori. Il materiale di fornitura è in acciaio S235JR(Fe360) conforme alle norme UNI EN 10025 con trattamento protettivo mediante verniciatura [sabbiatura SA 2,5; applicazione di fondo con stesa di una mano di zincante inorganico (spess. 70 micron); applicazione di due mani (spess. 125 micron per ogni mano) di vernice epossipoliamicidica], la bulloneria alle norme UNI 3740.

Il parapetto dovrà essere verniciato con tonalità di colore tale da renderlo cromaticamente integrato nel contesto della zona di installazione (colore verde, RAL 6002)

Il parapetto sarà fornito completo di pezzi speciali quali gruppi terminali e sagome particolari.

13.6 Gradini di accesso ai manufatti

All'interno dei pozzetti di ispezione il progetto prevede una scala d'accesso costituita da gradini in acciaio rivestito in polipropilene.

Il gradino è costituito da una barra d'acciaio ϕ 12 mm rivestita in polipropilene (in conformità alle specifiche UNI EN 13101), con fermapiEDE laterale. La larghezza minima del gradino dovrà essere pari a 32 cm, mentre la distanza utile rispetto al filo delle murature dovrà essere non inferiore a 16 cm.

Se i fori di posizionamento sono eseguiti con precisione con diam 25 mm, i gradini non necessitano di collante; in caso contrario il foro dovrà essere riempito con idonea malta.

Tutte le scale "saranno dotate di gabbia di protezione se previsto dalla vigente normativa in materia di prevenzione degli infortuni nei cantieri e sui luoghi di lavoro.

13.7 Valvole di non ritorno a clapet

Si utilizzeranno valvole di non ritorno a clapet, per fissaggio a parete, destinate ad impedire il rigurgito da valle delle acque.

La valvola di ritegno a clapet antiriflusso è costruita in acciaio inox AISI 304 a sezione quadrata 1.0x1.0 m in esecuzione compatta con tenuta su tutta la circonferenza; giunti di tenuta tra battente e telaio in EPDM.

Le valvole di ritegno clapet dovranno avere carico idraulico min 4 m

Le valvole di non ritorno devono essere fornite complete di tasselli in acciaio inox AISI 304 per il fissaggio a parete compresi, se necessari, bulloni a testa svasata.

13.8 Paratoia in acciaio

13.8.1 Descrizione del manufatto

Il progetto prevede una paratoia piana a scorrimento verticale, con comando manuale mediante riduttore di sforzo e volantino rimovibile, con tenuta su 4 lati nei due sensi di flusso.

Nella tabella seguente si riportano le caratteristiche fondamentali della paratoia:

Q.tà paratoie	n.	8
Luce netta	m	1.0
Altezza lente	m	1.0
Max carico idraulico	m	4
n. tenute su ciascuna lente	n.	4

Il telaio del manufatto sarà costituito da una soglia inferiore e doppi gargami di acciaio inox. La parte superiore dei gargami sarà munita di traverse o colonnina di acciaio INOX opportunamente dimensionati e calcolati per sopportare il peso della lente e lo sforzo dei meccanismi per la manovra della stessa.

Le parti in acciaio inox verranno accuratamente trattate dopo i vari procedimenti di saldatura, necessari per la loro costruzione, attraverso un procedimento chimico di decapaggio e passivazione.

La costruzione avverrà mediante bullonatura in opera; **nessuna saldatura o foratura è ammessa in opera a valle del ciclo di applicazione della protezione superficiale.**

Le lenti saranno munite di pattini di scorrimento in PTFE e le guarnizioni di tenuta verranno realizzate con profilo a “*nota musicale*” in gomma neoprenica antinvecchiante (25% gomma naturale e 75% neoprene) di adeguata durezza (60 ± 70 Shore). Le guarnizioni, facilmente registrabili e sostituibili, saranno riportate sullo scudo tramite liste di ripartizione e viti in acciaio inox AISI304. Asta filettata di manovra, prolunga e perno di collegamento in acciaio inox , chiocciola in bronzo. Le parti in acciaio inox verranno accuratamente trattate dopo i vari procedimenti di saldatura, necessari per la loro costruzione, attraverso un procedimento chimico di decapaggio e passivazione.

Il fornitore dovrà fornire tutta la certificazione attestante la qualità dei prodotti forniti e la loro corretta applicazione.

La fornitura dovrà essere completa di documentazione di progetto e di manuale d'uso e manutenzione

13.8.2 Trasporto e montaggio

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

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

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

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

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

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

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

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

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

13.8.3 Collaudo

A montaggio ultimato si procederà ad un collaudo idraulico di tenuta della paratoia e ad un collaudo statico della stessa al fine di verificare quanto segue:

- deformazione elastica della paratoia sotto il carico idrostatico di progetto. La deformazione verrà confrontata con quella teorica prevista sotto il carico suddetto. La deformazione non dovrà essere superiore del 10% della teorica prevista;

- controllo delle tenute delle guarnizioni di fondo, laterali e superiore. Le perdite ammesse non dovranno superare in linea di massima i 10 l/sec. complessivi.

A carico idraulico equilibrato, la paratoia sarà sottoposta a manovre di sollevamento e abbassamento per l'intera corsa. Saranno controllati in questa fase:

- tempi di salita e discesa;
- deformazioni della traversa di sostegno della paratoia;

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

14. STRUMENTI DI MISURA

Il progetto prevede un sistema di controllo e mantenimento in sicurezza dell'opera composto da:

- 3 misuratori di livello, alimentati da cella fotovoltaica;
- 4 piezometri per il monitoraggio della falda.

Il tutto connesso a unità periferiche di raccolta e trasmissione dati

14.1 Stazione di acquisizione e trasmissione dati

La stazione di acquisizione e trasmissione dati dei sensori idrometrici sarà costituita dai seguenti elementi:

- unità di acquisizione, equipaggiata con sistema operativo, completa di:
 - modulo di espansione porte, che permette alla singola unità di acquisizione di interfacciarsi con un numero virtualmente illimitato di sensori (analogici, digitali, seriali) e di acquisire i dati grezzi;
 - modulo di alimentazione per la gestione dei consumi di sistema e dei sistemi di alimentazione;
 - interfaccia utente, dotata di touch screen LCD da 7", per la gestione della stazione da parte di un operatore locale;
 - modulo microSD di memoria, per la memorizzazione dei dati in locale.
- contenitore in acciaio con fascia di blindatura;
- palo di 6 metri a supporto della stazione;
- gruppo di alimentazione a celle solari comprendente:
 - pannello a celle solari in silicio da 50 W;
 - struttura metallica di sostegno e protezione del pannello;
 - circuiti di protezione contro le scariche atmosferiche;
 - circuito elettronico per la carica delle batterie, limitato in tensione e compensato in temperatura;
 - batteria ricaricabile da 100 Ah del tipo "senza manutenzione";
 - cavi di collegamento.
- modulo di comunicazione GPRS/UMTS per la trasmissione dei dati, completo di:
 - ricetrasmittitore omologato ai sensi della normativa vigente;
 - antenna omnidirezionale;
 - cavi di collegamento.
- terminale radio comprensivo di:
 - modulo intelligente a microprocessore dotato di software di gestione delle comunicazioni radio tra la stazione periferica, i ripetitori della rete e la centrale di controllo;
 - ricetrasmittitore in banda UHF omologato ai sensi della normativa vigente;

- antenna con cavo coassiale;
- cavi di collegamento.
- modulo per l'acquisizione piezometri remotizzati;

14.2 Misuratori di livello

14.2.1 Misuratore di livello a ultrasuoni

Il misuratore di livello a ultrasuoni dovrà essere del tipo perfettamente conforme alle normative. Poiché la velocità del suono nei gas dipende dalla temperatura, il sensore dovrà misurare anche la temperatura dell'aria mediante un sensore incorporato. Il sensore deve essere inoltre dotato di un real time clock, e di una memoria di registrazione permanente. Il software del sensore deve essere riprogrammabile, anche remotamente, senza nessuna sostituzione di componenti.

Le caratteristiche tecnico funzionali minime richieste sono:

- termometro di compensazione PT100 * -40 / +60 °C;
- range di misura 0 – 20 m;
- precisione 1 cm su tutto il campo di misura
- risoluzione 1 cm;
- interfaccia RS485 con alimentazione;
- contenitore elettronica in policarbonato;
- schermo esterno in alluminio verniciato;
- campo di temperatura operativo -40 / +60 °C.

14.2.2 Asta idrometrica

Asta in acciaio inox in AISI 316, corredata di certificazione d'origine e di composizione del materiale, di spessore 2 mm, larghezza 150 mm e bordo laterale di 8 mm, dotata di pannello evidenziatore in polietilene nero di spessore 6 mm e bulloneria in inox, di lunghezza 6 mt e posizionamento idoneo alla valutazione del livello per tutti i regimi idrologici (magra, morbida e piena).

14.3 Piezometri

Postazioni di monitoraggio piezometrico wireless caratterizzati da installazione energeticamente autosufficiente e da tutti gli elementi di seguito descritti:

- piezometro per il monitoraggio della falda;
 - Range di misura 0 ÷ 20m
 - Uscita RS 485
 - Precisione 0,1 % FS ovvero $\pm 0.1\%$ del fondo scala
 - Linearità 0,025 %FS
 - Frequenza effettiva di uscita 100 Hz
 - Risoluzione 0,002 %FS

- Stabilità di lungo termine standard: Campo ≤ 1 bar: 1 mbar; Campo > 1 bar: 0,1 %FS
- Costanza nel tempo +1 cm per anno
- Resistenza di carico $< (U-7V) / 0,02$ A
- Isolamento > 100 M Ω / 50 V
- Temperatura di esercizio -30~80 °C
- Resistenza alla pressione 10 milioni di cicli di pressione 0...100 %FS a 25 °C
- Resistenza alle vibrazioni a norma IEC 68-2-6 20 g (5...2000 Hz ampiezza max ± 3 mm)
- Resistenza agli urti 20 g (11 ms)
- Protezione IP 68, resistente al ghiaccio
- Conformità CE EN 61000-6-1 a -6-4
- Materiale a contatto con gli elementi ambientali: Acciaio inossidabile 316L (DIN 1.4435)
- Precisione complessiva $\pm 0.1\%$ del fondo scala
- contenitore in acciaio verniciato;
- gruppo di alimentazione da solar pack con cella fotovoltaica da 30W,
- batteria da 45 Ah e circuito elettronico per la carica delle batterie;
- modulo di comunicazione Wireless, completo di:
 - modulo intelligente a microprocessore;
 - modulo a 869MHz;
 - modulo di interfaccia seriale per acquisizione sensori;
 - cavi di collegamento;
- palo di supporto dell'elettrica
- antenna

14.4 Integrazione nella rete esistente

Le stazioni dovranno essere inserite nella rete esistente di acquisizione e trasmissione di AIPO Milano e pertanto dovranno trasmettere ogni 10 minuti i dati acquisiti alla centrale di AIPO Milano con un sistema primario via UMTS/GPRS e secondario via radio in banda UHF. Come previsto per le stazioni che già compongono la rete, la centrale di AIPO Parma dovrà inoltre poter svolgere il ruolo di back-up in caso di problemi alla centrale di Milano, potendo pertanto collegarsi con le medesime modalità (GPRS/UMTS e radio) alle nuove stazioni. I dati acquisiti dalla centrale dovranno poi essere distribuiti a tutti i centri secondari di AIPO.

A.3 TERMINALE RADIO DMR

Le stazioni dovranno essere integrate nella rete radio esistente ad oggi in uso da parte di AIPO Milano. I terminali radio operano in banda UHF con canalizzazione di 12,5 kHz e dovranno essere

dotati di dichiarazione di conformità rilasciata dal Ministero delle Comunicazioni ai sensi del Dlgs n. 26 del 9 maggio 2001 e s.m.i.

Devono consentire il trasferimento dati dalla stazione via radio basato su protocollo TCP/IP e garantire il trasferimento dei dati acquisiti dalle singole stazioni almeno ogni 10 minuti.

I terminali dovranno essere corredati di punti di misura e di circuiti di allarme tali da consentire una verifica accurata del loro funzionamento. I dati e gli allarmi fondamentali dovranno essere convogliati su un flusso di servizio a bassa velocità per l'inserimento dell'apparecchiatura in esame all'interno di un sistema di teleassistenza centralizzato. Il citato flusso dovrà inoltre essere in grado di supportare le informazioni per la programmazione del terminale da un centro remoto, tramite comandi inviati sugli stessi canali UHF utilizzati per la normale operatività. Tale funzione dovrà essere realizzata anche da locale, con apposito programmatore.

14.4.1 Stazione base

La stazione base dovrà consentire la registrazione dei dati acquisiti dai sensori piezometrici installati a campo e la loro trasmissione, tramite tecnologia UMTS/GPRS, al centro di controllo AIPO dove saranno integrati all'interno dei database dell'Agenzia utilizzando le strutture hardware e software già presenti.

La stazione dovrà essere costituita dai seguenti elementi:

- unità di acquisizione e registrazione locale dei dati dai sensori collegati (via cavo);
- sistema di alimentazione a celle solari o da rete elettrica;
- eventuale modulo di acquisizione wireless dei dati a campo operante in frequenza libera;
- modulo di comunicazione UMTS/GPRS;
- struttura di supporto e contenitore

La stazione dovrà svolgere il ruolo principale di raccolta, aggregazione e generazione dell'archivio locale dei dati da tutti i sensori collegati, siano essi connessi in modalità wireless che via cavo. Ad ogni scadenza di acquisizione la stazione dovrà poi provvedere alla trasmissione e trasferimento dei dati raccolti ed archiviati verso la centrale attraverso il modulo di comunicazione UMTS/GPRS.

14.4.2 Unità di acquisizione

L'unità di acquisizione e gestione è il terminale di rilevamento delle misure dai sensori della rete piezometrica collegati con sistemi wireless e/o via cavo, in grado di provvedere alla loro memorizzazione locale.

L'unità, in funzionamento continuo (h24), dovrà consentire di acquisire i segnali dai sensori collegati ai propri ingressi analogici/digitali e dai sensori collegati in modalità wireless, effettuare su questi le opportune elaborazioni, memorizzarli in un proprio buffer interno e rispondere attraverso i sistemi di comunicazione GPRS/UMTS, alle richieste del centro di controllo, inviando sia i dati in tempo reale che quelli storici.

L'unità dovrà consentire, attraverso una regolazione parametrica, di transcodificare, verificare e modificare la metodologia e l'intervallo di lettura dei dati rilevati dai sensori e le modalità di registrazione degli stessi.

In qualsiasi istante, anche durante l'acquisizione di un dato, la stazione dovrà rendersi disponibile per essere interrogata dal centro di controllo, tramite chiamate estemporanee realizzate per mezzo del collegamento seriale e/o del sistema GPRS/UMTS di cui la stazione sarà dotata.

La struttura dell'unità dovrà essere di tipo modulare, dovendo consentire la massima flessibilità di espansione futura rispetto alla configurazione iniziale prevista, garantendo al contempo una elevata capacità di calcolo ed elaborazione, scalabile di pari passo con l'espansione dell'unità stessa.

L'unità di acquisizione e gestione dei dati deve essere ad architettura basata su microprocessore multitasking e componentistica moderna a basso consumo di corrente. Essa deve possedere i seguenti requisiti tecnici e funzionali minimi:

- struttura modulare al fine di consentire l'ampliamento della stazione in qualunque momento successivo alla prima installazione senza necessità di sostituire componenti, ma semplicemente aggiungendo i nuovi moduli necessari all'espansione basata su moduli dotati di proprio microprocessore e propria capacità di elaborazione, sistemati in contenitori standard fissabili su guida DIN;
- sistema operativo open source (es. Linux, Android, etc..) fornito con adeguata licenza d'uso gratuita che ne permetta modifiche utilizzando ambienti di sviluppo gratuiti disponibili sul mercato, documentati e distribuiti a livello internazionale (es. Java, C++, ecc.) e che ne consenta inoltre l'aggiornamento senza costi aggiuntivi mediante rilasci gratuiti disponibili sul mercato;
- disponibilità di processore interno con adeguante memoria RAM, in grado garantire elevate prestazioni di calcolo;
- convertitore AD da 24 bit o migliore in grado di consentire l'esecuzione dei calcoli in modalità floating point alla massima precisione possibile, usando conversioni anche di tipo cubico;
- permettere l'esecuzione di uno o più programmi contemporaneamente, anche creati da terze parti, e consentire ai programmi in esecuzione, l'accesso alle risorse hardware e software disponibili sul datalogger come ad esempio le seriali (RS232, RS485, ecc.), la memoria SD ed i protocolli di comunicazione standard (es. TCP/IP, FTP, HTTP, ecc.);
- memoria di archiviazione non volatile a bordo deve essere di tipo removibile in formato SD o USB e deve consentire la memorizzazione di tutti i dati provenienti dalla sensoristica per almeno 12 mesi naturali e consecutivi, con frequenza di acquisizione almeno oraria;
- interfaccia utente locale per la gestione e la configurazione della stazione in loco;
- porte in ingresso ed uscita di tipo standard (RS232, RS485, USB, Ethernet, ecc.);
- disponibilità di software per l'attuazione di allertamenti locali, configurabili sulla base dei dati rilevati direttamente dalla stazione e/o acquisiti da altre stazioni e/o centrali di controllo;
- predisposizione all'accesso diretto via WEB ai dati della stazione.

Configurazione dell'unità

La stazione dovrà essere configurabile con le seguenti modalità:

- sul posto sia tramite interfaccia utente integrata nell'unità che tramite personal computer portatile o tablet;
- dal centro di controllo tramite il server di gestione della rete, in collegamento remoto.

Ogni procedura di configurazione dovrà essere protetta da adeguati livelli di password sia a livello di stazione che di centro di controllo remoto.

Mediante un menu in chiaro dall'unità di acquisizione devono essere possibili le seguenti operazioni, comunque realizzabili in maniera remota attraverso l'ausilio della connettività di cui la stazione è dotata:

- verifica, controllo e cambiamento dei parametri di acquisizione e registrazione dati;
- lettura dei dati registrati su modulo SD;
- visualizzazione istantanea della misura effettuata da ciascun sensore.

I dati devono poter essere acquisiti secondo almeno le seguenti due modalità:

- acquisizione del dato in modo puntuale (alla scadenza di un prefissato tempo di scansione);
- acquisizione di dati mediati, utilizzando il valore derivato dalla media aritmetica delle letture ad intervalli prefissati in un tempo di scansione predefinito.

L'unità di acquisizione deve poter consentire di gestire sia tempi analoghi di scansione per tutti i sensori sia tempi differenti di scansione per ogni singolo sensore.

14.4.3 Software di gestione

Le unità dovranno essere dotate di software di gestione e configurazione delle stazioni, in particolare dovranno essere provviste di:

- software di configurazione, in grado di configurare almeno: tempi di campionamento dei sensori, tempi di registrazione dei sensori, numero e identificativi sensori installati, codici delle elaborazioni da effettuare, coefficienti di rescaling delle misure e coefficiente di offset, parametri di elaborazione delle misure;
- sistema di autodiagnostica in real-time, in grado rilevare le anomalie di funzionamento a livello fisico, funzionale ed ambientale, relativamente ai sensori, al sistema di registrazione, di alimentazione, di trasmissione, ecc.;
- software di gestione in grado di consentire la configurazione guidata e/o automatica dei sensori collegati via cavo all'unità con modalità Plug & Play o tramite preconfigurazione selettiva da menu;
- software di elaborazione, gestione e prima validazione del dato, in grado di associare un indice di qualità strumentale a ciascun elemento di misura registrato, e di svolgere tutte le funzioni necessarie alla restituzione del dato in centrale;
- software di gestione di una o più apparecchiature di trasmissione (ad es., gruppo radio UHF terrestre, modem GPRS/UMTS, satellitare, ecc...) anche contemporanee.

14.4.4 Software di allertamento

La stazione base dovrà essere dotata di software di allertamento specializzato, in grado di gestire l'attuazione di determinate azioni e notifiche al verificarsi di preconfigurate condizioni di allarme. In particolare il software dovrà possedere almeno le seguenti caratteristiche.

- condizioni di allarme:
- definizione delle condizioni di allarme tramite impostazione di soglie sui valori e sui trend dei singoli elementi di misura, con possibilità di gestire intervalli di isteresi differenziati per le transizioni in salita e in discesa, la persistenza in secondi della condizione affinché si attivi l'allerta e la percentuale minima di campioni della misura necessaria affinché l'allerta si attivi;
- possibilità di definire condizioni multiple di allerta basate su combinazioni logiche (AND, OR, NOT, ...) di condizione di allarme semplici basate sui singoli elementi di misura;
- possibilità di definire le condizioni di allerta sia sulle misure registrate dal datalogger che sui singoli campionamento grezzi relativi alle misure;
- possibilità di attuazione delle allerte sia in modalità sincrona, ovvero alle scadenze programmate di acquisizione dati, sia in modalità asincrona rispetto alle sopracitate scadenze;
- attuazione delle allerta:
- possibilità da parte della stazione di cambiare automaticamente la propria configurazione di funzionamento a seguito del verificarsi di una o più condizioni di allerta, consentendo ad esempio l'incremento della frequenza di campionamento e di registrazione di tutti parametri rilevati o di parte di essi;
- inoltro automatico di messaggi tramite i sistemi di comunicazione di cui la stazione è dotata (es. esecuzione ed inoltro di una foto, inoltro di SMS/MMS, inoltro messaggio FTP, inoltro messaggio radio UHF, attivazione dispositivi remoti di allerta in modalità wireless, ecc...)
- attivazione automatica di digital-output della stazione e di eventuali sistemi di allerta collegati via cavo;
- possibilità di notifica di allarme su più canali, in modalità ridondata, con gestione dei messaggi di acknowledge;
- possibilità registrazione locale di tutti gli allarmi scatenati, dello stato e delle misure precedenti e successive a ciascun evento di allarme, con periodo configurabile;
- tempi di reazione ad un evento di allerta inferiore al secondo.

15. PAVIMENTAZIONI STRADALI E PISTE DI SERVIZIO

15.1 Sottofondazione stradale

La fondazione stradale dovrà essere posta su piani di posa che assicurino la protezione della sovrastruttura stessa da infiltrazioni e da contaminazioni di materiali fini, quali limi ed argille e che interrompa le risalite capillari, specie in zone soggette a gelo.

Pertanto, la sottofondazione sarà costituita da materiale proveniente dagli scavi o da cava di prestito ed appartenente esclusivamente ai gruppi A₁ e A₃ e ai sottogruppi A₂₋₄ e A₂₋₅ della classificazione CNR UNI 10006 (AASHO M 145-49).

15.2 Strato di materiali filtranti (eventuale)

Sotto la fondazione e su richiesta scritta della D.L., si potrà provvedere all'eventuale stesa di uno strato di sabbia filtrante a granulometria uniforme, avente il passante totale in peso così stabilito:

Crivelli e setacci UNI	mm	Miscela passante totale in peso
Crivello	5	100 %
Setaccio	2	75 ÷ 100 %
Setaccio	0,4	20 ÷ 45 %
Setaccio	0,075	0 ÷ 5 %

L'onere per la posa di tale materasso nonché la profilatura, l'assetto e la rullatura del piano di posa secondo le pendenze della pavimentazione viene compreso nel prezzo dello strato filtro relativo.

Nel caso in cui la D.L. ritenga invece di appoggiare la fondazione stradale su filtri artificiali, questi potranno essere acquistati direttamente dall'Amministrazione e l'impresa potrà essere chiamata a pagarli su anticipazione anche oltre il 5 % dell'importo di contratto.

Il trasporto e la posa in opera di tali filtri artificiali verrà eseguito dall'impresa stessa restando esplicitamente l'onere relativo compreso tra quelli generali del contratto ed entro quelli particolari del prezzo della fondazione stradale.

La posa del materiale artificiale costituito da rotoli di qualunque dimensione verrà effettuata in conformità alle disposizioni della D.L.. Nel caso in cui la Direzione Lavori ritenga opportuno riutilizzare per l'esecuzione delle fondazioni stradali il materiale di demolizione della pavimentazione già esistente, tale materiale demolito e triturato verrà ridisteso o direttamente sul fondo dello scavo o sullo strato-filtro precedentemente creato e ciò a mezzo di macchine livellatrici che consentano la profilatura del materiale stesso.

Il materiale verrà quindi rullato a fondo con rulli lisci o gommati di peso non inferiore a 8 t, fino a completa compattazione ed assicurando eventualmente a mezzo scarifiche la profilatura della superficie dello strato di fondazione così realizzato.

15.3 Fondazione stradale in misto granulare stabilizzato

È una miscela di materiali granulari (misto granulare) stabilizzati per granulometria con legante naturale, il quale è costituito da terra passante al setaccio 0,4 UNI; lo spessore da assegnare alla fondazione è fissato dalla Direzione Lavori.

Le caratteristiche del materiale da impiegare sono le seguenti:

- sarà privo di elementi aventi dimensioni superiori a 71 mm oppure a forma appiattita, allungata o lenticolare;
- curva granulometrica compresa nel seguente fuso, avente andamento continuo ed uniforme, concorde a quello delle curve limiti:

Crivelli e setacci UNI	mm	Miscela (passante totale in peso)
crivello	71	100
crivello	40	$75 \div 100$
crivello	25	$60 \div 87$
crivello	10	$35 \div 67$
crivello	5	$25 \div 55$
setaccio	2	$15 \div 40$
setaccio	0,4	$7 \div 22$
setaccio	0,075	$2 \div 10$

- rapporto tra il passante al setaccio 0,075 ed il passante al setaccio 0,4 inferiore od uguale a 2/3;
- percentuale di usura, determinata con la prova di Los Angeles, non superiore al 50 % (prova CNR B.U. 34-1973);
- coefficiente di frantumazione dell'aggregato (secondo CNR fascicolo IV/1953) non superiore a 200;
- equivalente in sabbia (prova AASHO T 176/56, eseguita con dispositivo meccanico di scuotimento) misurato sulla frazione passante al crivello 5, compreso fra 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 della provenienza e delle caratteristiche del materiale.

Per tutti i materiali aventi equivalente in sabbia compreso fra 25 e 35, la Direzione Lavori potrà richiedere la verifica dell'indice di plasticità; se i materiali sono da impiegare in corrispondenza di una trincea, essi dovranno risultare non plastici; se sono da impiegare su rilevati, essi dovranno avere un IP inferiore a 3 con limite di liquidità non superiore al 25 %;

- indice di portanza CBR (norma ASTM D 1883-61 T oppure CNR-UNI 10009), dopo 4 giorni di imbibizione in acqua (eseguita sulla frazione passante al setaccio da 3/4) non minore di 50. È inoltre richiesto che tale condizione sia verificata per un intervallo di umidità di costipamento non inferiore al 4 %.

Per quanto attiene le modalità esecutive, l'impresa dovrà attenersi a quanto segue.

La superficie di posa della fondazione dovrà avere le quote, la sagoma e la compattazione prescritta ed essere ripulita da materiali estranei; il materiale, già miscelato o no, secondo il procedimento di lavorazione, sarà steso in uno o più strati di spessore uniforme finito compreso tra 10 e 30 cm, il cui numero sarà fissato dalla Direzione Lavori in relazione al tipo di attrezzatura miscelante e costipante impiegata.

L'aggiunta di acqua è da effettuarsi a mezzo di dispositivi spruzzatori, sino a raggiungere l'umidità prescritta in funzione della densità.

La Direzione Lavori ha la facoltà di sospendere le operazioni, quando a suo esclusivo giudizio, le condizioni ambientali (pioggia, neve, ecc.) possono in qualche modo danneggiare la buona riuscita del lavoro.

Qualora per eccesso di umidità, danni dovuti al gelo o per qualsiasi altro motivo il materiale messo in opera non risultasse conforme alle prescrizioni, lo strato o gli strati compromessi dovranno essere rimossi, corretti od eventualmente sostituiti a totale cura e spese dell'Appaltatore.

Il materiale pronto per il costipamento dovrà presentare in ogni punto la prescritta granulometria; il costipamento sarà effettuato con l'attrezzatura più idonea al tipo di materiale impiegato, che dovrà comunque essere preventivamente approvata dalla Direzione Lavori.

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. Il valore del modulo di deformazione M_d (da eseguire in sito), non dovrà essere inferiore a 700 kg/cm² nell'intervallo compreso fra 2,5 e 3,5 kg/cm².

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 disposto secondo due direzioni ortogonali.

15.4 Pavimentazione carrabile in graniglia calcarea

Lo strato di pavimentazione carrabile avrà uno spessore di 10 cm, salvo ove diversamente specificato dalla D.L., posato secondo una delle seguenti modalità esecutive:

- posa in 3 strati: il primo di 4 cm pezzatura 6/12 mm adeguatamente bagnato e costipato con almeno 2 rullature, il secondo strato di 4 cm pezzatura 3/6 mm adeguatamente bagnato e costipato con almeno 4 rullature, lo strato finale di 2 cm pezzatura 1/3 mm realizzato come i precedenti con almeno 8 rullature;
- posa in 2 strati: lo strato inferiore di 8 cm con le tre pezzature (6/12 mm, 3/6 mm e 1/3 mm) adeguatamente miscelate, bagnato e costipato con almeno 6 rullature, lo strato finale di 2 cm pezzatura 1/3 mm realizzato come i precedenti con almeno 8 rullature.

La quantità di calcare presente dovrà essere superiore all' 85%.

15.5 Prove di accettazione e controllo

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

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

16. GEOSINTETICI

16.1 Geotessili in tessuto non tessuto

16.1.1 Generalità

I geotessili in tessuto non tessuto potranno essere usati con funzione di filtro per evitare il passaggio della componente fine del materiale esistente in posto, con funzione di drenaggio.

I geotessili andranno posati dove espressamente indicato dai disegni di progetto o dalla Direzione Lavori.

16.1.2 Caratteristiche dei materiali

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

I teli saranno forniti in rotoli di altezza non inferiore a 5.30 metri. In relazione alle esigenze esecutive ed alle caratteristiche del lavoro, verranno posti in opera geotessili di peso non inferiore a 2.0 N/m² (200 g/m²). In funzione del peso unitario, i geotessili dovranno presentare le seguenti caratteristiche:

spessore a secco	≥ 15 mm
resistenza a trazione	≥ 12 kN/m
allungamento al carico massimo	≥ 80 %

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

16.1.3 Modalità esecutive

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

I teli srotolati sul terreno verranno posti in opera mediante cucitura sul bordo fra telo e telo, o con sovrapposizione non inferiore a 30 cm.

16.1.4 Prove di accettazione e controllo

L'Impresa, prima dell'inizio dei lavori, dovrà presentare alla D.L. i certificati rilasciati dal Costruttore che attestino i quantitativi acquistati dall'Impresa e la rispondenza del materiale ai requisiti sopra indicati ed alle prescrizioni progettuali.

16.2 Geostuoia antierosione

16.2.1 Generalità

Geostuoia antierosione tridimensionale ad elevato indice di vuoti ottenuta per estrusione di monofilamenti sintetici aggrovigliati e saldati nei punti di contatto

PROPRIETA' DELLA MATERIA PRIMA

Tipologia di prodotto

Materia prima (+ st. UV)

Indice di vuoti

%

Geostuoia

PP

>95

CARATTERISTICHE FISICHE / MECCANICHE

Spessore a 2 kPa

EN 9863-1

mm

20

Resistenza a trazione a carico max MD

EN ISO 10319

kN/m

>1,8

Resistenza a trazione a carico max CMD

EN ISO 10319

kN/m

>0,5

Allungamento a carico max MD

EN ISO 10319

%

>50

Allungamento a carico max CMD

EN ISO 10319

%

>50

16.2.2 Modalità esecutive

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

I teli srotolati sul terreno verranno posti in opera mediante cucitura sul bordo fra telo e telo, o con sovrapposizione non inferiore a 10 cm, ancorata con picchetti metallici (2 elementi/mq).

16.2.3 Prove di accettazione e controllo

L'Impresa, prima dell'inizio dei lavori, dovrà presentare alla D.L. i certificati rilasciati dal Costruttore che attestino i quantitativi acquistati dall'Impresa e la rispondenza del materiale ai requisiti sopra indicati ed alle prescrizioni progettuali.

17. OPERE A VERDE

17.1.1 Idrosemine

Il progetto prevede, sulle superfici lungo tutti i tratti spondali delle aree golenali, la formazione di una superficie a prato. Per la realizzazione del cotico si utilizzeranno miscugli idonei alla situazione pedo-climatica del sito e ci si avvarrà, in virtù delle pendenze, della tecnica dell'idrosemina. Verrà quindi distribuito, tramite irroratrici, un miscuglio di sementi di specie erbacee selezionate e miscelate con fieno (o paglia) e concime. Le operazioni colturali richieste per la formazione di queste superfici prative ricalcano fedelmente quanto dichiarato a proposito delle altre aree di progetto.

L'idrosemina verrà eseguita a mezzo di idroseminatrice a pressione atta a garantire l'irrorazione a distanza e con diametro degli ugelli e tipo di pompa tali da non lesionare i semi e consentire lo spargimento omogeneo dei materiali.

L'idrosemina a spessore contiene:

- miscela di sementi idonea alle condizioni locali in quantità minima di 30 g/m²;
- collante in qualità e quantità idonea al fissaggio dei semi senza inibire la crescita e favorendo il trattamento dell'acqua nelle fasi iniziali di sviluppo;
- concime organico e/o inorganico;
- acqua in quantità idonea alle diluizioni richieste;
- altri ammendanti ed inoculi.

La composizione della miscela e la quantità per metro quadrato sono stabilite dal D.L. in fase esecutiva in funzione del contesto ambientale ovvero delle condizioni edafiche, microclimatiche e dello stadio vegetazionale di riferimento.

Tale intervento andrà effettuato preferibilmente in primavera od in autunno.

Tutte le opere a verde hanno garanzia di attecchimento e pertanto eventuali morie di piantine o talee dovranno essere oggetto di interventi di sostituzione secondo le modalità indicate dalla D.L.

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

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

17.1.2 Protezione delle piante esistenti da conservare

Nelle aree non interessate dai lavori di pulizia del terreno le piante da conservare dovranno essere protetti con i dispositivi predisposti a cura dell'impresa prima dell'inizio di altri lavori. Questi dispositivi consisteranno in recinzioni e in corsetti di protezione. Salvo diverse motivate prescrizioni ed approvate dalla direzione dei lavori, le recinzioni dovranno seguire la proiezione al suolo dei rami esterni, ed essere alte almeno 1,30 m. I corsetti dovranno essere pieni, distaccati dal tronco ed alti almeno 2,00 m.

Le piante da conservare dovranno essere indicate in specifica planimetria o dovranno essere marcate preventivamente sul posto.

Le protezioni dovranno essere mantenute in buono stato durante tutta la durata dei lavori, come indicato nella seguente tabella.

17.1.3 Salvaguardia della vegetazione esistente

L'impresa appaltatrice è tenuta alla salvaguardia (protezione apparato radicale, fusto, chioma, ecc.) della vegetazione esistente, non interessata da lavori in appalto, da eventuali danneggiamenti (urti da parte dei mezzi meccanici e/o attrezzi pesanti, ecc.), anche se le piante non sono state indicate nei disegni progettuali o opportunamente contrassegnate prima dell'esecuzione dei lavori.

La direzione dei lavori potrà fornire all'appaltatore ulteriori comunicazioni in merito alle piante da salvaguardare.

Nel caso di danneggiamento di piante, l'appaltatore è tenuto a darne immediata comunicazione alla direzione dei lavori perché siano adottati i provvedimenti adeguati.

17.2 Prescrizioni generali

17.2.1 Direzione tecnica di cantiere specialistica

1. L'Appaltatore, prima della consegna dei lavori, deve nominare un Direttore Tecnico di cantiere di comprovata capacità ed esperienza e di professionalità specifica per il tipo di lavoro da realizzare, il quale dovrà sovrintendere a tutte le fasi di realizzazione dell'opera e che s'interfacerà con la Direzione Lavori.
2. La Direzione Lavori potrà esigere in qualsiasi momento la sostituzione del Direttore Tecnico di cantiere e del personale operativo per dimostrata incapacità, indisciplina o gravi negligenze.

17.2.2 Mantenimento delle opere

1. L'Appaltatore, dovrà assumersi l'onere di garantire per tutta la durata del cantiere, compresi gli eventuali periodi di sospensione dei lavori, adeguati interventi di mantenimento delle opere e in particolare degli elementi vivi (piante e prati).

2. L'onere di mantenimento gratuito degli elementi vegetali dell'opera inizia con la consegna dei lavori e termina, con il certificato di ultimazione dei lavori di realizzazione delle opere a verde, prima dell'inizio del periodo di garanzia
3. La Direzione lavori, nel caso giudichi gli interventi di mantenimento delle opere insufficienti, inadeguati o eseguiti in maniera non corretta, ha facoltà di provvedervi direttamente a spese dell'Appaltatore.

17.3 Norme di misurazione e accettazione dei materiali

17.3.1 Premessa

1. L'Appaltatore è tenuto a fornire materiali di prima qualità, rispettando le prescrizioni di progetto e quelle contenute nel presente Capitolato, e a eseguire i lavori a perfetta regola d'arte e secondo le migliori tecniche disponibili.
2. Le operazioni di sistemazione a verde dovranno essere eseguiti da personale qualificato, in numero sufficiente e con attrezzature adeguate al fine di assicurare il regolare e continuo svolgimento dei lavori. Tutte le opere che, a giudizio della Direzione Lavori, non siano state eseguite secondo le prescrizioni di progetto e a perfetta regola d'arte, dovranno essere rifatte a cura e a spese dell'Appaltatore, fatto salvo il diritto dello stesso di presentare le proprie riserve e controdeduzioni. L'Appaltatore non potrà, in ogni caso, sospendere o rallentare lo sviluppo previsto dei lavori.
3. Le unità di misura adottate sono quelle appartenenti al Sistema Internazionale.

17.3.2 Norme per la misurazione dei lavori

1. L'Appaltatore sarà obbligato ad intervenire personalmente alle misurazioni dei lavori e delle provviste o dovrà farsi rappresentare da persona a ciò delegata. Se l'esecutore rifiuta di presentarsi alle misure o di firmare i libretti delle misure o i brogliacci, il direttore dei lavori procede alle misure in presenza di due testimoni, i quali devono firmare i libretti o brogliacci suddetti.
2. L'Appaltatore sarà obbligato inoltre a prendere egli stesso l'iniziativa per invitare la direzione dei lavori a provvedere alle necessarie misurazioni, e ciò specialmente per quelle opere e somministrazioni che in progresso di lavori non si potessero più accertare.
3. Qualora per difetto di ricognizione fatta a tempo debito, talune quantità di lavoro non potessero venire esattamente accertate, l'Appaltatore dovrà accettare le valutazioni che verranno fatte dalla direzione dei lavori, in base ad elementi noti, ed in caso di bisogno dovrà sottostare a tutte le spese che si rendessero necessarie per eseguire i ritardati accertamenti.
4. Per tutti i lavori e le somministrazioni appaltate a misura, le relative quantità verranno misurate con sistema geometrico e decimale.
5. Per le opere o provviste a corpo il prezzo resta fisso e invariabile senza che possa essere invocata alcuna verifica sulla misura, o sul valore attribuito alla qualità di detti lavori.

17.3.3 Misurazioni aree prative od inerbite

1. Nelle aree con pendenza media fino al 5%, le superfici a prato sono misurate sul piano orizzontale, al netto delle ondulazioni.
2. Nelle aree con pendenza media superiore al 5%, le superfici a prato sono misurate sulla superficie inclinata.
3. Gli oneri per tutte le operazioni di rilievo e di misurazione sono a carico dell'Appaltatore.

17.3.4 Qualità del materiale

17.3.4.1 Generalità

1. Tutti i materiali devono corrispondere alle specifiche di progetto, essere accompagnati da scheda tecnica e di sicurezza e in ogni caso potranno sempre essere oggetto di verifica della Direzione Lavori.

17.3.4.2 Fertilizzanti, concimi, ammendanti, correttivi, compost

1. Questi materiali dovranno essere forniti negli involucri originali dotati delle etichette previste indicanti, tra l'altro, il produttore, il paese di provenienza e la composizione chimica secondo quanto previsto dalla legislazione vigente: D.Lgs. 29/04/2006, nr. 217 e s.m.i.
2. In ogni caso tutti i prodotti sopra riportati dovranno riportare in etichetta il loro utilizzo per le piante e i tappeti erbosi.
3. Le diverse e più comuni tipologie di prodotto sono:
 - a) Concimi: concimi semplici, concimi complessi a lenta cessione o a cessione programmata. In casi particolari possono essere utili concimi specifici con microelementi (Ferro, Manganese, ecc.) in forma chelata. Quando possibile sono da preferire i concimi organici o misto organici.
 - b) Ammendanti derivanti da deiezioni animali devono derivare unicamente da letami umificati con lettiera di bovino o equino.
 - c) Ammendanti di altro tipo: ad es. derivanti da scarti di animali idrolizzati, ricco di proteine, amminoacidi, acidi umici e fulvici e fosforo.
 - d) Torbe.
 - e) Può essere utilizzato anche il compost, il cui uso però deve essere concordato ed approvato dalla Direzione Lavori. In ogni caso il compost deve essere munito di analisi chimico fisiche che ne attestino la conformità a quanto stabilito dalla legislazione vigente, con particolare riferimento all'assenza di sostanze inquinanti e/o tossiche.

17.3.4.3 Pacciamatura

1. La pacciamatura può essere costituita da teli pacciamanti e/o da materiale pacciamante sfuso.
2. I Teli pacciamanti possono essere costituiti da materiali sintetici, naturali o da biofilm, questi ultimi solo per forestazione. Dopo la posa, secondo i casi, i teli pacciamanti possono richiedere la copertura con materiale pacciamante sfuso (corteccia, lapillo).
3. Nel caso d'impiego di teli pacciamanti sintetici permeabili, la permeabilità perpendicolare all'acqua deve essere uguale o superiore a 70 mm/s (UNI EN ISO 11058).

4. La posa dei teli pacciamanti deve sempre essere eseguita in modo da garantire la perfetta aderenza dei bordi al suolo e utilizzando adeguati accessori per l'ancoraggio.
5. Il materiale pacciamante sfuso dovrà essere distribuito con uno spessore tale da garantire il controllo delle malerbe e, se non previsto dagli elaborati di progetto, dovrà essere concordato con la Direzione Lavori.
6. La copertura del suolo ai raggi solari deve essere del 100% per impedire il germogliamento delle infestanti.
7. I teli dovranno essere integri e privi di rotture che ne possano alterare la funzione.

17.3.4.4 *Biostuoia o bioreti*

BIORETE IN COCCO

Georete bidimensionale a maglie larghe per il rivestimento di scarpate in materiale biodegradabile e costituita al 100% da fibre naturali dicocco, avente massa areica minima pari a 700 g/m²

17.3.4.5 *Fitofarmaci e diserbanti*

1. I prodotti fitosanitari e gli erbicidi da impiegare dovranno essere forniti nei contenitori originali e sigillati con l'etichetta integra.
2. Sono utilizzabili solo i prodotti fitosanitari riportanti in etichetta la registrazione per l'impiego su verde ornamentale e nei confronti dell'avversità da combattere.
3. Devono altresì riportare in etichetta l'uso specifico per le aree verdi, parchi gioco, alberature e in genere per l'uso in ambito civile o urbano.
4. In ogni caso si farà riferimento alla legislazione vigente e agli eventuali regolamenti comunali locali.

17.3.4.6 *Acqua per l'irrigazione*

1. L'acqua da impiegare per l'irrigazione non dovrà contenere sostanze inquinanti o nocive, dovrà presentare valori di salinità contenuta ($EC < 0,75$ dS/m a 25°C) e pH compreso tra 6 e 7,8.
2. Le acque con un elevato quantitativo di sostanze in sospensione dovranno essere filtrate opportunamente, per evitare l'intasamento e l'usura degli impianti irrigui.

17.3.4.7 *Piante*

1. Le piante devono essere state allevate per scopo ornamentale, adeguatamente preparate per il trapianto e conformi alle caratteristiche indicate negli elaborati progettuali.
2. Le piante dovranno corrispondere al genere, specie, varietà, cultivar, portamento, colore del fiore e/o delle foglie richieste: nel caso sia indicata solo la specie si dovrà intendere la varietà o cultivar tipica per la zona, individuata in accordo con la Direzione Lavori.
3. Tutto il materiale vegetale (alberi, arbusti, piante erbacee, bulbi, rizomi, sementi) dovrà essere etichettato singolarmente o per gruppi omogenei, con cartellini resistenti alle intemperie indicanti in maniera chiara e leggibile la denominazione botanica (Genere, specie, varietà o cultivar) così come definita dal "Codice internazionale di nomenclatura per piante coltivate (CINPC)". Tutte le

piante fornite dovranno essere di ottima qualità e conformi agli standard correnti di mercato per le piante "extra" o di "prima scelta".

4. Dove richiesto dalla normativa vigente il materiale vegetale dovrà essere accompagnato dal "passaporto delle piante".

5. Le piante dovranno essere esenti da deformazioni, capitozzature, ferite di qualsiasi natura, grosse cicatrici o danni conseguenti a urti, grandine, legature, ustioni da sole, gelo o altro tipo di danno. Dovranno altresì essere esente da attacchi (in corso o passati) di fitofagi e/o patogeni, prive di deformazioni o alterazioni di qualsiasi natura inclusa la "filatura" (pianta eccessivamente sviluppata verso l'alto).

6. Le piante dovranno essere state adeguatamente allevate in vivaio con corrette potature di formazione della chioma. Le piante dovranno presentare uno sviluppo sufficiente della vegetazione dell'ultimo anno, sintomo di buone condizioni di allevamento.

7. Le piante fornite in contenitore devono aver trascorso, nel contenitore di fornitura, almeno una stagione vegetativa e aver sviluppato un apparato radicale abbondante in tutto il volume a disposizione.

8. Non saranno accettate piante con apparato radicale a "spirale" attorno al contenitore o che fuoriesce da esso.

9. Le piante fornite in zolla dovranno essere ben imballate con un involucro totalmente biodegradabile, rivestito con rete di ferro non zincato a maglia larga. L'apparato radicale dovrà essere ben accestito, ricco di radici secondarie sane e vitali, privo di tagli con diametro superiore a 3 cm. Il terreno che circonda le radici dovrà essere ben aderente e senza crepe.

10. Le piante a radice nuda, dovranno essere state estirpate esclusivamente nel periodo di riposo vegetativo (periodo compreso tra la totale perdita di foglie e la schiusura delle prime gemme terminali), e mantenute con i loro apparati radicali sempre adeguatamente coperti in modo da evitarne il disseccamento.

11. La Direzione Lavori si riserva di esaminare l'apparato radicale per verificare se il materiale vegetale abbia i requisiti richiesti.

12. Nel caso siano richieste dal progetto piante forestali, queste devono provenire da vivai specializzati posti il più possibile vicino all'area di impianto e ottenute con seme di provenienza locale.

13. Le piante da utilizzare nei viali o nei filari dovranno essere uniformi nella dimensione, forma della chioma e portamento.

14. L'Appaltatore deve comunicare anticipatamente alla Direzione Lavori il vivaio/i di provenienza del materiale vegetale. La Direzione Lavori potrà effettuare, insieme all'Appaltatore, visite ai vivaio/i di provenienza per scegliere le singole piante, riservandosi la facoltà di scartare, a proprio insindacabile giudizio, quelle non rispondenti alle caratteristiche indicate negli elaborati progettuali in quanto non conformi ai requisiti fisiologici, fitosanitari ed estetici richiesti o che non ritenga comunque adatte al lavoro da realizzare.

15. Le principali caratteristiche che definiscono gli standard di fornitura delle piante sono:

- a) Apparato radicale: per le piante in contenitore la misura di riferimento è il volume del contenitore espresso in litri. Le piante non fornite in contenitore devono avere una zolla di diametro pari a 3 volte la circonferenza del tronco misurato ad 1 metro di altezza.
- b) Circonferenza del tronco: è definita per piante monocormiche (ad alberetto), è misurata ad un metro da terra (colletto), ed è espressa in cm e in classi di 2 cm fino a 20 cm, in classi di 5 cm da 20 a 40 cm e in classi di 10 cm per circonferenze superiori.
- c) Altezza del tronco: indicata per piante ad alberetto o palme, è misurata a partire dal colletto ed espressa in cm.
- d) Altezza e/o larghezza: è considerata per piante policormiche (con più fusti) e/o ramificate dal basso (es. piante fastigate), è espressa in cm, in classi di 20 cm fino a misure di 1 m, in classi di 25 cm per misure da 100 cm a 250 cm, in classi di 50 cm per misure da 250 cm a 500 cm e in classi di 100 cm per misure superiori ai 500 cm.

17.3.4.8 *Arbusti*

- 1. Gli arbusti e i cespugli devono essere ramificati a partire dal colletto, con almeno tre ramificazioni ed avere altezza proporzionale al diametro della chioma.
- 2. La chioma dovrà essere correttamente ramificata, uniforme ed equilibrata per simmetria e distribuzione.
- 3. Le piante rampicanti, sarmentose e ricadenti oltre alle caratteristiche sopra descritte dovranno essere sempre fornite in contenitore o in zolla e presentare getti ben sviluppati e vigorosi di lunghezza pari a quanto indicato nel progetto (dal colletto all'apice vegetativo più lungo).

17.3.4.9 *Erbacee*

- 1. Sono le piante che non hanno una struttura aerea legnosa e possono essere definite nelle seguenti categorie: annuali, biennali, perenni, graminacee, aromatiche, acquatiche ecc..
- 2. Sono da preferire fornite in vaso o contenitore e presentare un apparato radicale (visibile asportando il contenitore) ben sviluppato e vitale.
- 3. Se in vegetazione, la parte vegetativa dovrà essere correttamente ramificata e ben sviluppata, uniforme ed equilibrata per simmetria e distribuzione. Le piante tappezzanti dovranno avere un numero di ramificazioni tale da assicurare una veloce e uniforme copertura.

17.4 **Modo di esecuzione delle categorie principali di lavoro**

17.4.1 *Prescrizioni tecniche per l'esecuzione dei lavori*

- 1. Per regola generale, nell'eseguire dei lavori l'impresa dovrà attenersi alle migliori regole dell'arte, nonché alle norme e prescrizioni che negli articoli seguenti vengono date per le principali categorie dei lavori.

2. Per tutte quelle categorie di lavori per le quali non si trovino, nel presente capitolato ed annesso elenco, prescritte speciali norme, l'impresa dovrà seguire i migliori procedimenti della tecnica attenendosi agli ordini che all'uopo impartirà la D.L.

3. Per tutto quanto concerne le modalità di esecuzione delle varie categorie di lavori valgono le norme contenute nel Decreto del Presidente della Repubblica 5 ottobre 2010, n. 207.

4. Per tutti gli altri lavori previsti nell'elenco delle voci ma non specificati negli articoli sopracitati dei Capitolati Speciali anzidetti, che si rendessero necessari, si seguiranno le norme che di volta in volta verranno impartite dalla Direzione dei Lavori.

5. Nell'esecuzione delle opere compiute sotto descritte l'Appaltatore dovrà ritenersi compensato per tutti gli oneri e le spese che esso dovrà incontrare per:

a) la pulizia da vegetazione e la riprofilatura e regolarizzazione delle scarpate o pareti oggetto di intervento, anche in roccia, la formazione di gradoni, il successivo rinterro attorno e sopra le opere realizzate di qualsiasi genere, secondo le sagome definitive di progetto. Restano esclusi solo gli scavi di sbancamento con allontanamento del materiale, che verranno calcolati a parte;

b) le puntellature, sbadacchiature ed armature di qualsiasi importanza e genere, secondo tutte le prescrizioni del presente Capitolato, comprese le composizioni, scomposizioni, estrazioni ed allontanamento, nonché sfridi, deterioramenti e perdite parziali o totali del legname o dei ferri;

c) le impalcature, i ponti, le rampe, le piste e le costruzioni provvisorie occorrenti sia per la esecuzione

delle opere, sia per consentire gli accessi ai posti di scavo e sia, infine, per garantire la continuità di passaggi, attraversamenti etc;

d) il ripristino della zona di cantiere con rimozione dei rifiuti, la risistemazione del terreno in zona cantiere secondo il profilo preesistente, la eliminazione delle opere provvisorie in alveo, su sponda o in area di cantiere;

e) le opere in terra o i manufatti di difesa di scavi in presenza d'acqua, compresi tutti gli oneri per l'acquisto del legname e degli elementi metallici necessari per l'esecuzione di paratie provvisorie, la mano d'opera e macchinario necessario per la posa in opera delle difese e per la loro successiva rimozione.

Lavori in prossimità dei corsi d'acqua

1. Al fine di non interferire con il libero deflusso delle acque, l'Impresa dovrà garantire la funzionalità di tutti i corsi d'acqua interessati dai lavori.

2. Dovrà inoltre garantire la funzionalità degli argini esistenti, anche in situazioni transitorie, sia per quanto riguarda le caratteristiche di impermeabilità che per quanto attiene alla quota di sommità arginale, che dovrà rimanere sempre la medesima, ove non diversamente previsto.

3. L'Impresa dovrà altresì osservare le seguenti prescrizioni:

a) si dovrà evitare qualsiasi danno, di qualunque natura, che possa compromettere il buon regime dei corsi d'acqua o determinare danni, perdite o menomazioni alle proprietà pubbliche o private

da parte di terzi. Gli eventuali danni, riconducibili all'esecuzione dei lavori costituiranno oggetto di ripristino, a giudizio insindacabile da parte della Direzione Lavori;

b) nel corso dei lavori si dovranno attuare tutte le precauzioni necessarie affinché l'interferenza con la dinamica fluviale, dei canali e dei corsi d'acqua, non determini aggravi di rischio idraulico e pericoli per l'incolumità delle persone e danni ai beni pubblici e privati;

c) l'alveo non dovrà essere occupato da materiali né eterogenei né di cantiere;

d) nella realizzazione e nell'esercizio delle opere viarie occorrerà tenere in debito conto dell'osservanza di tutte le leggi e regolamenti vigenti in materia di acque pubbliche ed all'eventuale parere ed autorizzazione di altre Autorità ed Enti interessati;

e) dovrà, a propria cura e spese, eseguire le attività di manutenzione ordinaria e straordinaria delle opere realizzate ed interferenti con la rete idraulica fino al positivo collaudo delle opere.

17.4.2 Rilievi - capisaldi - tracciati

Al momento della consegna dei lavori l'appaltatore dovrà verificare la rispondenza dei piani quotati, delle sezioni e dei profili di progetto allegati al contratto richiedendo gli eventuali chiarimenti necessari alla piena comprensione di tutti gli aspetti utili finalizzati al corretto svolgimento dei lavori da eseguire. Qualora, durante la consegna dei lavori, non dovessero emergere elementi di discordanza tra lo stato dei luoghi e gli elaborati progettuali o l'appaltatore non dovesse sollevare eccezioni di sorta, tutti gli aspetti relativi al progetto e al suo posizionamento sull'area prevista devono intendersi come definitivamente accettati nei modi previsti e indicati negli elaborati progettuali.

Durante l'esecuzione delle opere sarà onere dell'appaltatore provvedere alla realizzazione e conservazione di capisaldi di facile individuazione e delle opere di tracciamento e picchettazione delle aree interessate dai lavori da eseguire; la creazione o la conservazione dei capisaldi necessari all'esecuzione dei lavori sarà effettuata con l'impiego di modine e strutture provvisorie di riferimento in base alle quali si eseguirà il successivo tracciamento.

17.4.3 Salvaguardia delle condizioni agronomiche nelle aree verdi

L'Appaltatore dovrà eseguire tutte le operazioni previste dal progetto, o comunque necessarie alla realizzazione dell'opera, con modalità che non compromettano in nessun modo le condizioni agronomiche e strutturali del terreno delle aree destinate alle opere a verde.

In particolare dovrà:

a) programmare tutte le fasi di lavorazione e le operazioni di cantiere in modo da transitare od operare il meno possibile sulle aree destinate ad opere a verde;

b) concordare preventivamente con la Direzione Lavori le modalità d'uso delle aree destinate a verde e, quando non sia possibile evitarlo, concordando nel contempo tutti gli interventi di bonifica necessari a ripristinare le condizioni agronomiche originarie;

c) non utilizzare le aree destinate alle opere a verde come deposito temporaneo di materiali, residui di lavorazione o rifiuti;

d) non operare con automezzi o macchine operatrici su suoli bagnati o umidi;

Qualora l'Appaltatore abbia causato, anche al di fuori dei casi previsti e concordati, situazioni di compattazione del suolo o abbia in ogni caso compromesso le condizioni agronomiche originarie, la Direzione Lavori ha facoltà di richiedere all'Appaltatore, senza che nulla venga eccepito, l'esecuzione delle necessarie operazioni di ripristino delle condizioni agronomiche ideali mediante l'eventuale bonifica, intesa come asporto di profili di suolo fortemente compattati, la cui fertilità non possa essere a breve ripristinata a giudizio della Direzione Lavori, ed il riporto di terreno di coltivo fertile, compreso eventuali oneri di discarica, e/o la scarifica e dissodamento delle aree compattate. Le operazioni suddette sono a carico dell'Appaltatore e potranno essere richieste ogniqualvolta la Direzione Lavori ne ravvisi la necessità.

17.4.4 Tutela della vegetazione esistente

Le piante che le tavole di progetto indicano da mantenere dovranno essere opportunamente contrassegnate dall'Appaltatore prima dell'inizio lavori. Nel caso di operazioni da eseguirsi con macchine operatrici o attrezzature pesanti nelle vicinanze degli alberi l'Appaltatore dovrà porre la massima attenzione al fine di evitare danneggiamenti al tronco e/o alle branche.

Nel caso del protrarsi delle operazioni, o su richiesta della Direzione Lavori, l'Appaltatore dovrà provvedere a realizzare un'apposita protezione per i tronchi con tavole in legno saldamente legate al tronco e di altezza consona allo scopo.

Analogamente a quanto previsto per le piante arboree, particolare attenzione dovrà essere posta per non danneggiare gli arbusti e le piante erbacee esistenti e da conservare. In particolare, andrà di norma evitato il calpestamento, dovuto al passaggio dei mezzi meccanici e degli addetti ai lavori, delle zone da salvaguardare nonché il deposito, anche se temporaneo, di materiale pesante e/o "potenzialmente inquinante" sulle stesse.

Al fine di non compromettere o danneggiare gli apparati radicali l'Appaltatore dovrà porre particolare attenzione a tutte le operazioni che comportano degli scavi o altre operazioni potenzialmente pericolose nelle vicinanze delle piante da salvaguardare.

A tale scopo si definisce Area di Protezione Radicale (APR) un'area circolare attorno alla pianta da assoggettare a particolare tutela; se non diversamente specificato negli elaborati di progetto la APR corrisponde:

Per specie di 1° grandezza (altezza a maturità > 18 m): area circolare di raggio 6 m

Per specie di 2° grandezza (altezza a maturità 12 18 m): area circolare di raggio 4 m

Per specie di 3° grandezza (altezza a maturità < 12 m): area circolare di raggio 2 m

Nella APR, come sopra definita, sono in generale vietati tutti gli interventi che possono causare deperimento o morte della pianta quali impermeabilizzazione del suolo, passaggio o parcheggio

di autoveicoli o mezzi meccanici, deposito di materiali, sversamento di sostanze tossiche o dannose alla pianta (cemento, calce), scavi, sterri e riporti di terreno.

Tutte le operazioni che ricadono all'interno delle APR richiedono la preventiva approvazione da parte della Direzione Lavori e dovranno essere eseguite arrecando il minore danno possibile alle piante e adottando le seguenti prescrizioni minime:

il transito di mezzi pesanti è consentito solo con condizioni di terreno asciutto e predisponendo a terra manufatti idonei a ripartire il peso sulla superficie (tavolati, letto di inerti, ecc.).

eventuali lavori di scavo nell'area APR dovranno, salvo diversa indicazione della Direzione Lavori, essere eseguiti manualmente o con attrezzatura pneumatica al fine di verificare la presenza e la localizzazione di radici di diametro superiore a 5 cm.

gli eventuali accidentali tagli alle radici provocati con macchine operatrici devono essere corretti con taglio netto eseguito con utensili affilati e preventivamente disinfettati.

gli scavi effettuati in zona APR non devono rimanere aperti più di una settimana.

Se dovessero verificarsi interruzioni dei lavori, si provvederà al riempimento provvisorio dello scavo oppure alla copertura delle radici con biostuoie mantenendo le stesse umide per tutto il periodo di apertura dello scavo.

17.4.5 Danni causati alle piante

Qualora l'Appaltatore causi danni di lieve entità al tronco e ai rami o agli apparati radicali (scortecciamenti, rotture, etc.), che richiedano l'intervento di operatori specializzati per procedere a disinfezioni, ancoraggi, riduzioni di rami, ecc., l'Appaltatore risarcirà la Stazione Appaltante per un importo pari alla spesa sostenuta per l'intervento effettuato sulla pianta danneggiata applicando i prezzi correnti.

Per danni consistenti e giudicati non recuperabili che causino, ad insindacabile giudizio della Direzione Lavori, la riduzione del valore ornamentale o la morte della pianta, si procederà al calcolo di un'indennità che l'Appaltatore risarcirà alla Stazione Appaltante pari al valore ornamentale e/o al danno biologico.

17.5 Lavorazione del terreno, scavi e movimenti terra

17.5.1 Lavorazioni del terreno - dissodamento del suolo nelle aree destinate a verde.

Lo scopo principale di tali operazioni è di migliorare le condizioni agronomiche e di fertilità, realizzare una buona permeabilità verticale, aumentare gli scambi di ossigeno, consentire di accumulare riserve idriche e nutritive ed aumentare l'attività biotica dei terreni.

L'Appaltatore con le operazioni di scarificazione del suolo dovrà inoltre portare alla luce ed eliminare rifiuti e/o materiali inerti di dimensioni incompatibili con il progetto e operare una prima movimentazione del terreno.

In particolare la scarificazione è assolutamente necessaria in tutti i casi in cui i vari passaggi dei mezzi meccanici hanno provocato un compattamento del terreno.

Tali lavorazioni devono essere eseguite al termine dei lavori edili, una volta completati i lavori preliminari e prima delle operazioni di costruzione del verde e della realizzazione degli impianti tecnici, nonché ogni qual volta si verifichino situazioni di compattazione del suolo.

La Direzione Lavori, nel caso di successive compattazioni del suolo in aree precedentemente scarificate in seguito al passaggio di mezzi o altre operazioni, ha facoltà di chiedere la ripetizione delle operazioni senza che questo comporti un maggiore onere per la Stazione Appaltante.

Le modalità di esecuzione delle operazioni di dissodamento saranno concordate con la Direzione Lavori, in relazione alla dimensione delle aree e ai vincoli presenti in essa: in generale, in spazi estesi e non vincolati da sottoservizi la scarifica può essere eseguita con passaggio incrociato di ripuntatore o altri attrezzi analoghi fino ad una profondità di 60/70 cm. Invece, in spazi ristretti e/o vincolati da sottoservizi la scarifica può essere eseguita con benna di escavatore o miniescavatore per una profondità media di 50/70 cm nelle aree di piantagione e 30/40 cm nelle rimanenti aree.

Nelle aree con presenza di sottoservizi la profondità dovrà essere adeguatamente ridotta.

Nelle aree di protezione radicale (equivalente alla proiezione a terra della chioma) delle piante esistenti, le modalità di scarifica saranno concordate con la D.L. e comunque senza disturbare le radici della pianta.

Nel caso siano previsti riporti di terreno di coltivo inferiori a 30 cm le operazioni di scarificazione e/o dissodamento devono essere eseguite dopo il riporto e spianamento del terreno stesso per miscelare il terreno d'origine con quello di riporto evitando la creazione di stratificazioni. Nel caso di riporti superiori a 30 cm tali lavorazioni devono essere eseguite prima delle operazioni di riporto e stesa del terreno.

La scarificazione e/o il dissodamento devono essere eseguite solo su terreno asciutto o 'in tempera'.

Al termine delle operazioni l'Appaltatore dovrà asportare tutti gli eventuali residui affioranti provvedendo a smaltire il materiale raccolto a propria cura e spese e secondo normativa vigente.

Le operazioni di scarifica e dissodamento delle aree verdi, se non diversamente specificato nei documenti contrattuali non costituiscono un onere aggiuntivo per la Stazione Appaltante e s'intendono comprese nelle eventuali lavorazioni di movimento terra e/o lavorazioni superficiali (piantagione alberi, aiuole, prati).

17.6 Interventi sulla vegetazione esistente o di nuovo impianto

17.6.1 Potature

17.6.1.1 Generalità

Gli interventi di potatura, in fase di realizzazione dell'opera, possono essere richiesti dal progetto a carico dell'eventuale vegetazione adulta esistente nell'area oggetto d'intervento o dalla Direzione Lavori a carico di alberi giovani, forniti dall'Appaltatore secondo le previsioni progettuali, o ancora dal piano di manutenzione durante il periodo di garanzia e successivamente a questo.

Nessun intervento di potatura potrà comunque essere effettuato senza previa autorizzazione della Direzione Lavori.

17.6.1.2 Potatura degli arbusti e siepi

In linea generale gli arbusti che fioriscono sui rami prodotti la stagione vegetativa precedente, dovranno essere potati dopo la fioritura, cimando e raccorciando i rami e tagliando in corrispondenza di una gemma per favorirne lo sviluppo durante la stagione vegetativa. Gli arbusti invece che fioriscono sui germogli dell'anno, saranno potati nel periodo di riposo vegetativo, preferibilmente a fine inverno, asportando circa i 2/3 della lunghezza dei rami.

Nel caso di siepi e gruppi arbustivi allevati in forma semilibera, la potatura sarà eseguita manualmente con forbici, eliminando solamente i rami eccessivamente sviluppati, riequilibrando la vegetazione con l'obiettivo di creare una quinta folta ed omogenea.

17.6.1.3 Smaltimento dei materiali di risulta

Al termine della giornata, tutti i residui della potatura dovranno essere allontanati dal cantiere a cura dell'Appaltatore che provvederà allo smaltimento secondo la normativa vigente.

L'appaltatore comunque dovrà dimostrare alla Direzione Lavori le modalità di smaltimento adottate. La Direzione Lavori potrà accordare depositi temporanei nel cantiere, che comunque devono essere limitati e motivati.

17.6.1.4 Limitazione della diffusione di fitopatie

In caso di potatura di piante malate, le lame degli arnesi dovranno essere disinfettate con Sali quaternari d'ammonio all'1% o soluzioni di ipoclorito di sodio al 2%, a meno di diverse disposizioni della Direzione Lavori.

L'Appaltatore potrà scegliere se trinciare o meno i residui della potatura per facilitarne la rimozione. Nel caso si debba intervenire su piante del genere Platanus, la Direzione Lavori dovrà informarne la Stazione Appaltante, la quale inoltrerà richiesta scritta al Servizio fitosanitario regionale di autorizzazione all'intervento.

17.7 Piantumazione

17.7.1 Condizioni di piantagione

L'Appaltatore deve disporre di competenze professionali, sia di tipo tecnico che operativo, tali da far emergere le eventuali criticità pedologiche durante tutte le fasi dei lavori.

La Direzione Lavori può richiedere interventi specifici e questi interventi in nessun caso costituiscono onere per la Stazione Appaltante.

La messa a dimora degli alberi e dei cespugli potrà avvenire solo dopo il completamento dei movimenti terra, delle operazioni di scarificazione e di pulizia delle aree e terminate le operazioni di affinamento e preparazione del terreno.

Durante tutte le operazioni, i suoli devono essere asciutti o in condizione definibili in 'tempera'.

Il terreno delle aree da piantumare ed il terreno per il riempimento delle buche delle piante deve essere fertile e con componenti adeguati alle esigenze delle piante da mettere a dimora.

Solo se ritenuto sufficientemente fertile ed eventualmente corretto e migliorato, si potrà utilizzare il terreno stesso dell'area d'impianto o comunque quello proveniente dal materiale di scavo della buca d'impianto.

17.7.2 Picchettamento

Prima di procedere con la messa a dimora delle piante si dovrà procedere al picchettamento delle piante arboree, di altre piante isolate, delle siepi ed eventualmente dei cespugli di maggiore dimensione e comunque delle piante da piantare.

Si procederà quindi alla verifica con la Direzione Lavori che avrà facoltà di modificare la posizione delle piante, i confini delle aiuole e gli altri elementi compositivi definiti durante il picchettamento. Il tracciamento degli elementi non realizzati dev'essere preservato ed eventualmente ripristinato anche più volte.

La composizione delle aree costituite da arbusti e tappezzanti da mettere a dimora andrà eseguita con apposito tracciante e dovrà essere verificata e approvata dalla Direzione Lavori.

17.7.3 Trasporto del materiale vegetale e deposito temporaneo in cantiere.

Durante lo spostamento delle piante dal luogo di produzione al deposito di cantiere e alla posizione definitiva, poiché si movimentano del materiale vivo, dovranno essere adottate tutte le precauzioni necessarie per evitare stress o danni alle piante. In particolare l'Appaltatore dovrà porre in essere tutte le precauzioni affinché i rami e la corteccia delle piante non subiscano rotture o danneggiamenti o le zolle si frantumino, crepino o si secchino.

La movimentazione delle piante deve avvenire sempre con l'assistenza di personale esperto evitando di demandare tali operazioni a personale non specializzato. Nei casi in cui si debbano sollevare alberi tramite cinghie, queste dovranno agganciare la zolla o la parte basale del fusto, e dovranno avere una larghezza tale da non danneggiare la corteccia.

Durante la movimentazione i rami delle piante dovranno essere legati in modo da contenere la chioma ed evitare rotture. Per gli arbusti o piccoli alberi è auspicabile, e andrà richiesto al fornitore, l'uso di reti tubolari in plastica che dovranno avvolgere interamente tutta la pianta.

Per evitare il disseccamento o la rottura di rami o radici da parte del vento e delle radiazioni solari, tutti i mezzi di trasporto dovranno essere coperti da teli o essere camion chiusi, se necessario coibentati o refrigerati

Le zolle delle piante, sia durante il trasporto che dopo essere state scaricate in cantiere dovranno essere mantenute umide.

Il tempo intercorrente dal prelievo in vivaio alla messa a dimora definitiva dovrà essere il più breve possibile. In generale l'organizzazione del cantiere deve prevedere un corretto approvvigionamento giornaliero coerente con la capacità operativa del cantiere. Il deposito temporaneo in cantiere delle piante dev'essere evitato e comunque deve costituire un'eccezione. La permanenza nel deposito dovrà essere il più breve possibile e le piante dovranno essere adeguatamente protette ed irrigate. La Direzione Lavori può chiedere, per giustificati motivi, lo smantellamento del deposito temporaneo delle piante.

17.7.4 Epoca di messa a dimora delle piante

Le piante in zolla vanno messe a dimora nel periodo di riposo vegetativo, quindi dalla completa caduta foglie fino al pregermogliamento.

Le piante in vaso o contenitore possono essere messe a dimora durante tutto l'anno, anche se sono da evitare i periodi di gran caldo (luglio agosto) o di gelo.

Le piante sempreverdi, le conifere e le piante spoglianti più sensibili fornite in zolla vanno piantate alla fine del periodo invernale, prima della ripresa vegetativa.

La piantagione non si effettua con terreno gelato o con temperature $<0^{\circ}\text{C}$, né con forti venti, né con terreni allagati.

L'eventuale potatura di riduzione della chioma per le piante caducifoglie deve essere autorizzata dalla Direzione Lavori e dovrà rispettare il portamento naturale e le caratteristiche specifiche della specie.

17.7.5 Messa a dimora di piante su alloggi singoli

Prima della messa a dimora delle piante il terreno dovrà essere stato adeguatamente preparato con le lavorazioni opportune, con particolare attenzione alla rottura degli eventuali profili compattati.

Gli interventi di decompattazione meccanica, ove sia possibile, devono interessare un'area più estesa a quella di piantagione (alberi o cespugli) pari ad almeno 2 volte la buca d'impianto e per una profondità di almeno 60 90 cm.

Per la formazione della buca si procederà allo scavo separando la terra dai sassi grossolani, dalle erbacce o radici residue e dagli altri materiali inerti o dannosi. La terra così selezionata verrà posta a fianco della buca ed utilizzata nel riempimento della buca d'impianto.

Lo scavo delle buche dovrà essere eseguito con l'impiego di mezzo meccanico adeguato ed eventualmente rifinito a mano.

La dimensione della buca d'impianto dovrà essere tale da garantire un pronto sviluppo delle nuove radici della pianta messa a dimora: essa dovrà avere mediamente una larghezza pari ad almeno 2 volte il diametro della zolla e una profondità di 1,2 volte l'altezza della zolla.

L'Appaltatore dovrà sempre assicurarsi che non ci siano condizioni di ristagno idrico nella zona in cui le piante svilupperanno le radici dopo gli interventi di messa a dimora. Se necessario l'Appaltatore dovrà porre in essere adeguate soluzioni previa autorizzazione della Direzione Lavori, quali l'aumento della quota di piantagione o la predisposizione di idonei drenaggi collegati alla rete scolante.

Nel fondo della buca dovrà essere steso uno strato di almeno 10 cm di buona terra vegetale proveniente dallo scavo, eventualmente miscelata con torba e/o ammendante organico.

Massima attenzione dovrà essere posta ad evitare l'interramento del colletto.

Dopo la sistemazione della pianta nella buca si procede con il disimballo della zolla, che deve essere costituito esclusivamente da materiale degradabile (es. gabbie in ferro, juta, ecc.): dovrà essere tagliato al colletto e aperto sui fianchi e, se questo non comporta la rottura della zolla, si dovrà eliminare completamente sia la rete metallica che l'involucro di juta.

La zolla deve essere integra, sufficientemente umida e aderente alle radici; se si presenta troppo asciutta dovrà essere immersa temporaneamente in acqua con tutto l'imballo prima della messa a dimora, in modo da reidratare le radici.

Si procederà quindi con il riempimento della buca con la terra prelevata dal sito stesso, eventualmente arricchita di ammendanti e/o concimi organici. Per le piante a radice nuda parte dell'apparato radicale potrà essere, ove occorra, spuntato alle estremità delle radici, privato di quelle rotte o danneggiate.

Prima del riempimento definitivo delle buche si dovranno collocare i tutori. La tipologia di tutori (pali di sostegno, tiranti, tutori sotterranei, ecc...) e le categorie dimensionali cui applicarli sono definiti dai documenti progettuali. Potranno essere presi in considerazione ancoraggi sotterranei. In caso di impiego di pali tutori, essi dovranno essere di misura adeguata e non dovranno essere inferiori (come diametro) al diametro del tronco misurato ad 1 m di altezza dal colletto. I pali tutori se non diversamente specificato dovranno essere torniti e trattati. Essi dovranno essere infissi nel fondo della buca uscire da questa per un'altezza pari ai 2/3 totale del tronco della pianta.

Salvo diverse indicazioni di progetto l'ancoraggio per gli alberi sarà costituito da 4 pali sistemati lungo l'asse di piantagione ai lati della formella, fissati tra di loro con chiodi da una traversa di opportuna misura, alla quale verrà fissata la pianta con opportuni legacci e materiali antifrizione.

Tra il tronco delle piante e il palo di sostegno dovrà essere sempre frapposto del materiale morbido che eviti ogni possibile danneggiamento dovuto allo sfregamento delle due parti.

Per quanto riguarda grossi cespugli gli ancoraggi saranno realizzati, se necessario, con palo legato a metà altezza.

Il riempimento della buca deve avvenire solamente con terreno vegetale fertile e con componenti adeguati alle esigenze delle piante da mettere a dimora.

Il riempimento della buca dovrà avvenire per gradi, provvedendo periodicamente alla costipazione della terra attorno alla zolla, il tutto avendo cura di non lasciare spazi vuoti attorno all'apparato radicale che bloccherebbero lo sviluppo delle radici.

In questa fase può risultare utile la distribuzione alle radici di funghi micorrizici e microrganismi biostimolanti che possono aiutare l'attecchimento e lo sviluppo della pianta.

Il colletto della pianta non dovrà in nessun caso essere interrato.

A riempimento ultimato, farà seguito un'abbondante irrigazione in modo da saturare in profondità l'area di messa a dimora e facilitare il costipamento e l'assestamento della terra attorno alle radici e alla zolla: questo intervento andrà fatto indipendentemente dal grado di bagnatura del terreno e/o della stagione, essendo la sua funzione esclusivamente di sistemazione del terreno attorno alle radici.²¹ Dopo l'assestamento della prima irrigazione, verrà formata o ricomposta in maniera definitiva la zanella o conca d'invaso per un diametro interno pari ad almeno 1.5 volte diametro della zolla con 'arginelli' di altezza adeguata a garantire abbondanti irrigazioni (almeno 50 60 litri) e comunque non inferiore a 15 cm rispetto al colletto della pianta.

Nei casi in cui non sia previsto uno specifico sistema di irrigazione localizzato, le conche d'invaso dovranno essere mantenute in efficienza per tutte le successive irrigazioni fino al collaudo e comunque per almeno 2 anni dall'impianto.

La conca d'invaso è ritenuta fondamentale per il buon attecchimento nonostante si presenti esteticamente non di pregio. Infatti tale metodo d'irrigazione permette l'adacquamento forzato della zolla della pianta messa a dimora. Se dovesse risultare impossibile la creazione della zanella, durante il riempimento delle buche d'impianto dovrà essere messo a dimora tubo dispersore dreno (60 - 70 mm diametro) per l'adacquamento profondo. Il suo posizionamento dovrà essere distanziato di almeno 10 cm dalla zolla e seguire un andamento spiralato interessando la parte superiore dei 2/3 dell'altezza della zolla. La frequenza, le dosi e le modalità d'irrigazione post impianto dovranno avvenire in maniera adeguata in relazione alle condizioni climatiche, alle condizioni agronomiche ed alle esigenze delle piante al fine di favorire lo sviluppo vegetativo della pianta.

Dove fosse ritenuto necessario, e se previsto negli elaborati di progetto o dalla Direzione Lavori, dopo le prime abbondanti irrigazioni ed agli assestamenti e ricomposizione della zanella si dovrà intervenire con la pacciamatura dell'invaso con almeno 10 cm di pacciamatura di sfibrato di corteccia di resinose o con appositi dischi di fibra di cocco.

17.7.6 Protezione delle piante messe a dimora

Nelle zone dove potrebbero verificarsi danni causati da animali domestici o selvatici oppure dal transito di persone o automezzi, l'Appaltatore dovrà proteggere, singolarmente o in gruppi, le piante messe a dimora con opportuni ripari (es. reti metalliche, protezioni in ferro o in legno, griglie, ecc.).

Nel caso degli arbusti, e dove non sia stata prevista la pacciamatura, si dovrà provvedere alla protezione dai danni della pioggia battente, dalla essiccazione e dallo sviluppo di erbe infestanti per mezzo di paccime (cippatura di ramaglia e di corteccia di conifera, ecc.) o appositi dischi di fibra di cocco (biodischi).

17.7.7 Messa a dimora di aiuole, siepi, cespugli.

Prima della messa a dimora delle piante il terreno dovrà essere stato adeguatamente preparato con le lavorazioni opportune, con particolare attenzione alla rottura degli eventuali profili compat-tati.

Dopo l'eventuale distribuzione degli ammendanti, fertilizzanti e correttivi, seguirà un accurato mi-scelamento con il terreno di coltivazione sullo strato superficiale (35 cm) attraverso lavorazioni di vangatura e/o fresature superficiali, in modo da ottenere un suolo omogeneamente miscelato e lavorato.

Nel caso sia previsto un telo pacciamante, drenante, di materiale plastico si provvederà alla ste-sura ed ancoraggio del telo con forcelle apposite (densità consigliata di almeno 2 punti/mq per superfici in piano, opportunamente aumentata per superfici in pendenza). Il telo pacciamante do-vrà essere ricalzato ed ancorato con cura per l'intero bordo al fine di evitare il suo sollevamento sotto l'azione del vento o delle erbe infestanti. In caso di bordo di contenimento si dovrà eseguire un raccordo adeguato tra il telo pacciamante ed il bordo che eviti ogni possibile sviluppo delle infestanti. Se previsto dal progetto, prima della stesura del telo si dovrà provvedere alla sistema-zione dell'apparato irriguo.

Dopo il picchettamento o tracciamento compositivo, si provvederà all'eventuale taglio del tessuto pacciamante, scavo buca piantagione, messa a dimora e ricucitura accurata del telo paccia-mante. Le piante da mettere a dimora dovranno avere la zolla umida, in caso contrario di dovrà immergere il vaso o zolla della pianta in un recipiente d'acqua in modo da saturare rapidamente la zolla prima dell'impianto.

Faranno seguito abbondanti irrigazioni in modo da saturare in profondità l'area di messa a dimora e facilitare il costipamento e l'assestamento della terra attorno alle radici e alla zolla.

La frequenza, le dosi e le modalità d'irrigazione post impianto dovranno avvenire in maniera ade-guata in relazione alle condizioni climatiche, alle condizioni agronomiche ed alle esigenze delle piante al fine di favorire lo sviluppo vegetativo della pianta (vedi manutenzione)

Seguirà l'eventuale stesura di materiale pacciamante, con funzione schermante del telo, (corteccia di resinose, lapillo vulcanico, ecc.) e dell'eventuale apparato di irrigazione, se previsto dagli elaborati di progetto sopra il telo.

17.8 Prati ed inerbimenti

17.8.1 Condizioni ed operazioni preliminari

La formazione del prato potrà avvenire solo dopo che saranno state ultimate tutte le opere che richiedono l'accessibilità delle aree seminate quali impianti tecnici, delle eventuali opere murarie, posa di attrezzature, arredi, ecc... e la messa a dimora delle piante come previsto dal progetto. Prima della semina si dovrà anche aver cura che siano state ultimate tutte le operazioni di movimento terra e che, dove ci sono stati movimenti terra con riporti di terra importanti, ci sia stato un sufficiente assestamento.

Inoltre, nel caso che la condizione del suolo, o parte di esso, sia compromessa da un punto di vista agronomico, per esempio in seguito a passaggi di mezzi meccanici pesanti, si dovrà preventivamente dissodare il terreno in modo da ripristinare un'adeguata permeabilità.

Gli impianti d'irrigazione, se previsti dovranno essere verificati nel loro funzionamento (pre collaudo) prima delle operazioni di preparazione del letto di semina. Anche gli eventuali automatismi previsti devono essere funzionanti. L'operazione di posa degli irrigatori può essere eseguita immediatamente prima delle fasi di semina su letto di semina finito per consentire il corretto posizionamento di quota.

Nel caso in cui gli irrigatori siano stati messi in opera prima, l'Appaltatore ha comunque l'onere del controllo ed eventualmente la rettifica di quota sul piano di semina definitivo. Nel caso siano previste prese d'acqua per gli adacquamenti manuali, esse devono essere in funzione prima delle operazioni di semina.

17.8.2 Epoche di semina

Le semine devono avvenire nel periodo adeguato all'attecchimento delle varie specie utilizzate. La semina non si eseguirà con terreno gelato o con temperature 0°C, né con forti venti, né con precipitazioni o condizioni climatiche che possano compromettere la lavorabilità del terreno. I periodi per la semina dei miscugli di graminacee microterme sono:

- tarda estate autunno: da fine agosto a ottobre
- fine inverno inizio primavera: da febbraio a marzo

17.8.3 Preparazione del letto di semina

Prima della semina si dovrà prestare particolare attenzione ai livelli di finitura e alla formazione dei giusti raccordi con cordoli, edifici e drenaggi secondo indicazioni di progetto.

Le operazioni di affinamento consistono nel passaggio con fresa interra sassi (se necessario), ed erpice rotante con rullo a gabbia.

Il letto di semina ottenuto deve presentarsi, ben stratificato ed assestato, non troppo soffice.

Si completeranno le lavorazioni di finitura con livellamenti e pareggiamento manuali. In questa fase si possono effettuare eventuali concimazioni di fondo utilizzando appositi concimi complessi.

17.8.4 Operazioni di semina

La semina potrà essere eseguita a mano, con macchine agevolatrici a spinta manuale o con macchine specifiche per la semina.

Le specie e varietà del miscuglio e le dosi di semine dovranno essere quelle indicate nelle specifiche di progetto. Dopo la concimazione di copertura con concime complesso con adeguato contenuto in fosforo seguirà adeguata irrigazione.

Le successive irrigazioni avverranno con alta frequenza e dose contenuta in relazione alle condizioni dei luoghi e della stagione climatica.

17.9 Opere di ingegneria naturalistica

17.9.1 Generalità

La tecnica più appropriata nella realizzazione delle varie tipologie di opere è definita dal progetto o dalla D.L.

Nell'esecuzione delle opere compiute sotto descritte l'Appaltatore dovrà ritenersi compensato per tutti gli oneri e le spese che esso dovrà incontrare per:

- a) la pulizia da vegetazione e la riprofilatura e regolarizzazione delle scarpate o pareti oggetto di intervento, anche in roccia, la formazione di gradoni, il successivo rinterro attorno e sopra le opere realizzate di qualsiasi genere, secondo le sagome definitive di progetto; restano esclusi solo gli scavi con allontanamento del materiale, che verranno calcolati a parte;
- b) le puntellature, sbadacchiature ed armature di qualsiasi importanza e genere, secondo tutte le prescrizioni del presente Capitolato, comprese le composizioni, scomposizioni, estrazioni ed allontanamento, nonché sfridi, deterioramenti e perdite parziali o totali del legname o dei ferri;
- c) le impalcature, i ponti, le rampe, le piste e le costruzioni provvisorie occorrenti sia per la esecuzione delle opere, sia per consentire gli accessi ai posti di scavo e sia, infine, per garantire la continuità di passaggi, attraversamenti etc;
- d) il ripristino della zona di cantiere con rimozione dei rifiuti, la risistemazione del terreno in zona cantiere secondo il profilo preesistente, la eliminazione delle opere provvisorie in alveo, su sponda o in area di cantiere;
- e) le opere in terra o i manufatti di difesa di scavi in presenza d'acqua, compresi tutti gli oneri per l'acquisto del legname e degli elementi metallici necessari per l'esecuzione di paratie o ture provvisorie, la mano d'opera e macchinario necessario per la posa in opera delle difese e per la loro successiva rimozione;

In tutti gli interventi lungo corsi d'acqua si dovrà sempre preservare l'alveo, ove non ci sia diversa prescrizione della D.L. e le macchine operatrici dovranno lavorare, entro i dovuti margini di sicurezza, dalla sponda.

Tutti gli interventi che prevedano la posa in opera di parti vegetali vive riproducibili per talea devono essere realizzati solo durante le stagioni in cui si verifica la stasi vegetativa, o comunque nei periodi specificatamente indicati dalla D.L..

Negli interventi di ingegneria naturalistica è sempre precluso l'uso di materiali plastici, ed il loro eventuale utilizzo deve essere di volta in volta prescritto ed accettato dalla D.L.

In tutte le opere che prevedono l'utilizzo di paleria morta, ove non ci sia diversa prescrizione della D.L., l'infissione in verticale dei pali deve avvenire con l'utilizzo di battipalo, agganciato alle macchine operatrici; in tutte le opere che prevedono l'utilizzo di paleria viva, ove non ci sia diversa prescrizione della D.L., l'infissione in verticale dei pali deve essere eseguita manualmente con l'utilizzo di mazza, coprimazza e foro di invito con punta metallica.

In tutte le opere nelle quali si renda necessario l'utilizzo di terreno per ricopertura o formazione di substrato di coltura le terre utilizzate dovranno corrispondere ai profili dei suoli del gruppo 1 della tabella riportata nel presente capitolato nel paragrafo della valutazione dei suoli, ossia essere specificamente adatti come suoli di tipo V (vegetali).

17.9.2 Inerbimento protetto con georete in cocco

Rivestimento di scarpate mediante la semina e la successiva disposizione di georete in fibra naturale fermata al suolo con picchetti, staffe e/o talee di salicacee;

Per la realizzazione si prevedono le seguenti fasi operative:

profilatura del terreno in modo da consentire la posa della rete in maniera che essa possa aderire nella maniera migliore al profilo della scarpata o sponda;

semina a spaglio con idonei miscugli di specie erbacee;

stesa di georete biodegradabile in fibra di cocco del peso di 700 gr./mq e fissaggio della stessa mediante interro in testa e al piede e picchettature con staffe o picchetti vivi di salice, in quantità e qualità tali da garantire la stabilità e l'aderenza sino ad accrescimento avvenuto del cotico erboso.

Può essere prevista un ulteriore semina a spaglio al termine della disposizione della rete;

Nei casi di stesura per fasce parallele dovrà essere garantita la continuità mediante sormonti laterali di almeno 10 cm di spessore. Tali rivestimenti possono essere seguiti dalla messa a dimora di specie arbustive o arboree, sempre autoctone e corredate di certificato di origine salvo diversa prescrizione della D.L.

17.10 Garanzie specifiche per gli elementi vivi (piante e prati).

17.10.1 Gratuita manutenzione fino alla consegna dell'opera

Salvo diverse indicazioni contrattuali l'Appaltatore durante l'esecuzione delle opere e fino all'emissione del certificato di ultimazione dei lavori delle opere a verde, che coincide con l'inizio del periodo di garanzia, ha l'onere di mantenere le opere a verde realizzate, in condizioni ottimali provvedendo alla rapida sostituzione delle piante morte o moribonde, alle necessarie irrigazioni, concimazioni, controllo delle infestanti, trattamenti fitosanitari e quant'altro necessario.

Tali interventi sono a completo carico dell'Appaltatore che deve intervenire con tempestività.

Tutti gli interventi di manutenzione dovranno essere eseguiti da personale qualificato, in numero sufficiente e con attrezzature adeguate per garantire il regolare e continuativo svolgimento delle opere.

Nel caso in cui l'Appaltatore non intervenga tempestivamente, la Stazione Appaltante si riserva di provvedere direttamente a spese dell'Appaltatore.

17.10.2 Inizio degli interventi previsti dal piano di mantenimento

Con la dichiarazione di fine dei lavori di realizzazione delle opere a verde l'Appaltatore ha l'obbligo di iniziare gli interventi di manutenzione previsti.

17.10.3 Verifica degli interventi di manutenzione

Gli interventi di manutenzione saranno registrati in un apposito registro con modalità da definirsi preventivamente con la Direzione Lavori, il registro dovrà essere aggiornato a cura dell'Appaltatore e tenuto sempre a disposizione della Direzione Lavori.

Dopo ogni intervento manutentivo la Direzione Lavori potrà chiedere di eseguire la verifica dei lavori eseguiti in contraddittorio con l'Appaltatore.

17.10.4 Principali interventi di manutenzione delle opere a verde.

Gli interventi indicati costituiscono una descrizione sommaria e non esaustiva di quello che deve essere attuato.

Gli interventi dovranno comunque essere commisurati alle condizioni dei luoghi e alla specificità dell'opera.

17.10.5 Manutenzione delle piante

17.10.5.1 Irrigazioni alle piante

Nella delicata fase post impianto, si eseguiranno adeguati adacquamenti alle piante sia con interventi manuali sia assistiti dall'impianto d'irrigazione.

La durata della fase post impianto di completo attecchimento vegetativo dipende dalla specie, dalla misura di fornitura, dalla criticità delle condizioni dei luoghi. In generale per piante arbustive e piccoli alberi (circ. < 20 cm) il periodo post impianto termina dopo una stagione vegetativa. Per

piante esemplari e di grossa dimensione tale periodo può durare anche alcuni anni fin tanto che non si manifesta un apprezzabile allungamento vegetativo.

Per tutto il periodo post impianto e fino al completo attecchimento vegetativo si dovranno eseguire frequenti controlli sullo stato vegetativo e soprattutto sull'umidità del terreno in prossimità delle piante, anche alla presenza d'impianto d'irrigazione automatico. E' noto come l'eventuale impianto d'irrigazione non costituisca sufficiente garanzia di corretta irrigazione per tutte le piante. Gli automatismi dovranno essere tarati, correttamente programmati ed adeguati all'andamento stagionale. Si dovranno evitare sia situazioni di prolungata siccità sia di eccesso idrico.

Le conche d'invaso dovranno essere eventualmente ripristinate prima degli adacquamenti manuali.

Le piante tappezzanti e gli arbusti, in caso di assenza di impianti d'irrigazione o nel caso in cui questi non interessano parte delle piante, esse dovranno essere irrigate manualmente per il primo anno in misura non inferiore a 15 interventi annui.

17.10.5.2 *Controllo delle infestanti*

Si eseguiranno tutti gli interventi necessari per il controllo delle infestanti sia in prossimità del punto di piantagione degli alberi o cespugli isolati che nelle aiuole o siepi.

Gli interventi possono contemplare solo l'uso di interventi manuali o meccanici.

La frequenza degli interventi dipende dalla condizione dei luoghi, dalla capacità competitiva delle piante e dalla modalità di costruzione. Nelle aiuole con pacciamatura e/o teli pacciamanti lo sviluppo delle infestanti è più contenuto e quindi richiede un numero di interventi inferiore.

17.10.6 *Concimazioni alle piante*

Le lavorazioni di preparazione alla piantagione normalmente devono garantire un'adeguata fertilità per un periodo successivo all'impianto di 6/9 mesi.

Dopo questo primo periodo, la concimazione delle piante è importante per garantire lo sviluppo vegetativo e quindi il livello ornamentale. Le modalità di concimazione dipendono dalla specie e dalla condizione dei terreni.

Salvo casi particolari, si ritiene utile eseguire almeno una concimazione annuale per le piante arboree, siepi e aiuole con fertilizzanti a cessione programmata (6/8 mesi) o fertilizzanti a lenta cessione.

Quando possibile sono da preferire concimi organici tipo stallatico.

17.10.6.1 *Potature*

Per gli alberi e grandi cespugli nei primi anni dopo l'impianto le potature di contenimento risultano trascurabili, mentre si rivelano importanti le potature di rimonda del secco e le potature di formazione della chioma.

Le potature devono essere eseguite da personale esperto e specializzato.

17.10.6.2 *Controllo degli ancoraggi e mantenimento delle conche d'invaso*

Gli ancoraggi e le conche di invaso dovranno essere mantenuti per la loro funzione per almeno 2 anni, quindi si rende necessario il controllo ed il loro mantenimento almeno 2 volte all'anno.

17.10.6.3 *Trattamenti antiparassitari alle piante*

In caso di necessità si interverrà con interventi antiparassitari appositamente registrati per l'uso in ambiente urbano e distribuiti da personale specializzato. Si potranno prevedere per piante particolari (es. Rose, acidofile, ecc.) degli specifici piani di trattamenti antiparassitari.

In generale si dovranno prevedere almeno 2 interventi annui su tutta la vegetazione come profilassi.

17.11 **Garanzia di formazione dei prati e degli inerbimenti**

17.11.1 *Definizione*

Per formazione dei prati e degli inerbimenti s'intende quella condizione nella quale le specie erbacee seminate o trapiantate (prato in zolla) si sono stabilmente insediate e hanno raggiunto gli standard di progetto richiesti.

I fattori che saranno valutati con una stima a vista al termine del periodo di garanzia sono:

- a) Omogeneità, intesa come uniformità di età e dimensioni delle piante
- b) Densità o Fittezza del manto erboso, intesa come percentuale di copertura del suolo.
- c) Chiarie come superficie contigua massima non coperta.
- d) Incidenza tollerata delle infestanti, indicata come percentuale di copertura del suolo.

17.11.2 *Interventi di ripristino*

Gli interventi di riordino o ripristino possono riguardare interventi specifici (es. diserbi selettivi, concimazioni, arieggiature, ecc.), o interventi globali come la risemina totale di aree o interventi parziali come la trasemina.

Tali interventi vanno concordati con la Direzione Lavori su indicazioni dell'Appaltatore.

Nel caso siano previsti interventi di riordino o ripristino, essi obbligano di eseguire una loro verifica dopo almeno 2 tagli dall'ultimo intervento.

17.11.3 *Verbale di formazione di prati ed inerbimenti*

Al termine del periodo di garanzia, l'Appaltatore richiederà alla Direzione Lavori il sopralluogo per la verifica conclusiva (verbale di formazione dei prati) da eseguirsi in contraddittorio tra le parti.

La Direzione Lavori rifiuterà le parti di prato che non presenteranno i requisiti richiesti.

17.12 **Verifica di regolare esecuzione dei lavori previsti in garanzia**

L'Appaltatore alla fine del periodo di garanzia dovrà garantire di aver eseguito i lavori secondo le indicazioni e, qualora non indicati requisiti specifici, applicando la massima diligenza e utilizzando le migliori tecniche e prassi in uso.

La verifica dei lavori di manutenzione coincide temporalmente e funzionalmente con la verifica dell'attecchimento delle piante.

La verifica sarà eseguita dalla Direzione Lavori in contraddittorio con l'Appaltatore anche attraverso il riesame del Registro delle Manutenzioni e con l'emissione del Verbale di attecchimento e il Certificato di fine dei lavori di manutenzione.

17.12.1 Garanzia di attecchimento delle piante di nuovo impianto

17.12.1.1 Definizione

Ai fini della garanzia, per attecchimento di una pianta di nuovo impianto s'intende la capacità della pianta messa a dimora di sviluppare un'adeguata crescita vegetativa della parte epigea (foglie, germogli e rami) e della parte ipogea (radici) nel periodo vegetativo dell'anno successivo a quello di ultimazione delle opere di costruzione, lo stato di salute e la crescita della pianta saranno giudicati non oltre il 30 di settembre.

Dopo la messa a dimora inizia, infatti, un periodo transitorio particolarmente critico per le piante di nuovo impianto, nel quale presentano una ridotta capacità di adattamento alle condizioni ambientali e climatiche.

In questo periodo lo sviluppo dell'apparato radicale è insufficiente e non equilibrato e non consente alle piante di attingere appieno alle risorse necessarie per un adeguato sviluppo vegetativo. La durata di questo periodo transitorio critico è fortemente variabile (da qualche mese a qualche anno) e dipende da molti fattori, quali la specie, lo stato della pianta messa a dimora (età, dimensione, stato di coltivazione, ecc.), le condizioni pedologiche ed ambientali dei luoghi. In questo periodo le piante richiedono interventi di manutenzione straordinari senza i quali potrebbero andar incontro a danni transitori e permanenti compromettendo in tutto o in parte il risultato dell'opera a verde.

Il periodo di attecchimento corrispondente al ciclo vegetativo successivo all'ultimazione dei lavori comprende in tutto o in parte il periodo critico transitorio post impianto come pocanzi definito.

Al termine del periodo di attecchimento, lo sviluppo vegetativo sarà considerato adeguato quando, considerate le caratteristiche della specie, le condizioni ottimali di fornitura (piante adeguatamente rizollate, e patate, ecc.) e le condizioni ottimali di mantenimento (irrigazioni, concimazioni, trattamenti fitosanitari, ecc.) la pianta presenterà rami vivi ben distribuiti sulla chioma, l'allungamento dei nuovi germogli risulta adeguato e non sono presenti ferite sul tronco e sui rami principali.

17.12.1.2 Sostituzione delle piante

Durante tutto il periodo di garanzia dovranno sempre essere garantite condizione di decoro nelle aree verdi evitando la permanenza di piante morte o fortemente deteriorate per le quali la Direzione Lavori può richiederne la sostituzione immediata.

Nel caso l'Appaltatore non esegua gli interventi secondo le modalità ed i tempi stabiliti nel cronoprogramma condiviso, la Direzione Lavori provvederà direttamente a spese dell'Appaltatore.

Le eventuali sostituzioni del materiale vegetale dovranno essere effettuate con piante della stessa specie e varietà delle piante da sostituire e nella stagione adatta all'impianto. La Direzione Lavori può richiedere di sostituire le piante con piante coltivate in vaso qualora sia necessario mettere a dimora le piante in periodi di piantagione non adatti alle piante di zolla.

L'Appaltatore dovrà individuare le eventuali cause del deperimento concordando con la Direzione Lavori, gli eventuali interventi da eseguire, prima della successiva piantumazione. L'Appaltatore resta comunque obbligato alla sostituzione di ogni singolo esemplare per un numero massimo di due volte nel periodo di garanzia (oltre a quello d'impianto), fermo restando che la messa a dimora e la manutenzione siano state eseguite correttamente.

Sono a carico dell'Appaltatore, l'eliminazione e l'allontanamento dei vegetali morti (incluso l'apparato radicale), la fornitura del nuovo materiale e la messa a dimora dello stesso.

Sulle piante sostituite, la garanzia si rinnova nella stagione vegetativa successiva.

17.12.1.3 *Verbale di attecchimento delle piante*

Al termine del periodo di garanzia le piante dovranno presentarsi sane, in buono stato vegetativo, prive di ferite o fessurazioni e dovranno garantire un valore ornamentale almeno corrispondente a quello d'impianto o di progetto.

Le piante che presentano lievi difetti o lievi difformità potranno essere accettate dalla Direzione Lavori salvo rivalutazione dei prezzi.

Al termine del periodo di garanzia, l'Appaltatore richiederà alla Direzione Lavori il sopralluogo per la verifica conclusiva (verbale di attecchimento) da eseguirsi in contraddittorio tra le parti.

17.12.1.4 *Deposito a garanzia o polizza fideiussoria*

Salvo se diversamente specificato nella documentazione contrattuale, la Stazione Appaltante tratterà uno specifico deposito a garanzia o polizza fideiussoria pari ad almeno il 10% dell'importo delle piantagioni, dove l'importo delle piantagioni è inteso come la somma del valore della fornitura delle piante e delle operazioni d'impianto e di formazione delle aiuole e pacciamature.

Tale deposito dovrà essere garantito all'ultimazione dei lavori e sarà svincolato dopo l'emissione del Verbale di attecchimento.