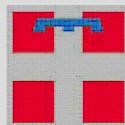




MINISTERO DELLA  
TRANSIZIONE ECOLOGICA



REGIONE  
PIEMONTE

## SITO DI BONIFICA DI INTERESSE NAZIONALE DELLA EX MINIERA DI AMIANTO DI BALANGERO E CORIO

Legge 9 dicembre 1998, n°426

### OPERE DI M.I.S.P. DISCARICA LAPIDEA LATO CORIO E OPERE IDRAULICHE IN T.TE FANDAGLIA. S.I.N. EX MINIERA AMIANTO DI BALANGERO E CORIO

### PROGETTO ESECUTIVO

<i>Tavola</i> <b>A11.2</b>	<i>Titolo</i> <b>CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO - NORME TECNICHE</b>		
<i>C.U.P.</i>	<i>Data</i> 10/2021	<i>Scala</i>	
<i>Revisione</i>	<i>Descrizione</i>	<i>Data</i>	<i>Redatto</i>
00	Emissione	10/2021	Ing. M.Tuberga

*Committente:*



R.S.A. S.r.l. -Via Cave 24 - 10070 Balangero (To)  
Società a capitale pubblico per il risanamento e lo sviluppo  
ambientale dell'ex miniera di amianto di Balangero e Corio  
Tel.: 0123.34.74.52 Fax: 0123.34.74.15  
<http://www.rsa-srl.it> e.mail: [rsa@rsa-srl.it](mailto:rsa@rsa-srl.it)

*Progettisti incaricati:*



GEO engineering S.r.l.  
Corso Unione Sovietica 560 - 10135 Torino  
Tel.: 011.39.13.194 Fax: 011.34.70.903  
<http://www.geoeng.it>  
e.mail: [info@geoengineering.torino.it](mailto:info@geoengineering.torino.it)

Geol. Edoardo RABAJOLI

GEO engineering S.r.l.  
Iscritto all'Ordine Regionale  
dei Geologi del Piemonte  
Sez. A - n° 80

Ing. Massimo TUBERGA

GEO engineering S.r.l.  
DIRETTORE TECNICO  
Iscritto all'Ordine degli Ingegneri della  
Provincia di Torino n° 5452



1	DESCRIZIONE DEI LAVORI.....	1
1.1	Oggetto dell'appalto.....	1
1.2	Ammontare dell'appalto, designazione sommaria delle opere.....	1
1.2.1	Importo opere.....	1
1.2.2	Descrizione sommaria delle opere.....	2
2	NORME TECNICHE DI ESECUZIONE.....	4
2.1	Nome generali.....	4
2.2	Accettazione.....	5
2.3	Impiego di materiali con caratteristiche superiori a quelle contrattuali.....	5
2.4	Impiego di materiali o componenti di minor pregio.....	5
2.5	Impiego di materiali riciclati e di terre e rocce da scavo.....	5
2.5.1	Materiali riciclati.....	5
2.5.2	Riutilizzo delle terre e rocce da scavo.....	6
2.6	Norme di riferimento e marcatura CE.....	6
2.7	Provvista dei materiali.....	7
2.8	Sostituzione dei luoghi di provenienza dei materiali previsti in contratto.....	7
2.9	Proprietà dei materiali di scavo e di demolizione.....	7
2.10	Utilizzo di materiali recuperati o riciclati.....	8
2.11	Accertamenti di laboratorio e verifiche tecniche.....	8
3	MATERIALI E PRODOTTI PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI.....	9
3.1	Materiali e prodotti per uso strutturale.....	9
3.1.1	Identificazione, certificazione e accettazione.....	9
3.1.2	Procedure e prove sperimentali d'accettazione.....	9
3.1.3	Procedure di controllo di produzione in fabbrica.....	10
3.2	Acqua; calce; leganti idraulici.....	10
3.3	Componenti del calcestruzzo.....	10
3.3.1	Leganti per opere strutturali.....	10
3.4	Acciaio per cemento armato.....	19
3.4.1	Le forme di controllo obbligatorie.....	19
3.4.2	La marcatura e la rintracciabilità dei prodotti qualificati.....	19
3.4.3	I tipi d'acciaio per cemento armato.....	21
3.4.4	Le caratteristiche dimensionali e di impiego.....	23
3.4.5	La saldabilità.....	26
3.4.6	Le tolleranze dimensionali.....	26
3.4.7	Le procedure di controllo per acciai da cemento armato ordinario, barre e rotoli.....	26
3.5	Elementi strutturali composti di acciaio e calcestruzzo.....	30
3.5.1	Generalità.....	30
3.5.2	Acciaio.....	30
3.5.3	Calcestruzzo.....	30
3.6	Legnami da lavoro e derivati del legno.....	31
3.7	Materiali metallici.....	31
3.8	Pietre naturali.....	32
3.9	Materiali per le opere di ingegneria naturalistica.....	32
3.9.1	Terra agraria.....	32
3.9.2	Concimi.....	33
3.9.3	Compost.....	33
3.9.4	Materiale vegetale proveniente dai vivai.....	33
3.9.5	Talee di specie arbustive ed arboree.....	34
3.9.6	Legnami per opere di ingegneria naturalistica.....	35
3.10	Geogriglie.....	35
3.11	Geosintetici.....	36
3.12	Geomembrane impermeabili.....	37
3.13	Georeti tridimensionali antierosione.....	39
4	NORME GENERALI PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI.....	41
4.1	Tracciamenti.....	41
4.2	Programma esecutivo dei lavori.....	41
4.3	Oneri a carico dell'appaltatore. impianto del cantiere e ordine dei lavori.....	41

4.3.1	Impianto del cantiere .....	41
4.3.2	Vigilanza del cantiere .....	41
4.3.3	Locale ufficio di direzione dei lavori.....	41
4.3.4	Ordine dell'esecuzione dei lavori.....	42
4.3.5	Cartelli indicatori .....	42
4.3.6	Fornitura di notizie statistiche sull'andamento dei lavori .....	42
4.3.7	Oneri per le pratiche amministrative.....	42
4.3.8	Osservanza di leggi e norme tecniche .....	43
5	DESCRIZIONE DELLE OPERE .....	48
5.1	Attività preliminari alla realizzazione delle opere .....	48
5.2	Ambito 1 .....	49
5.2.1	Accessi .....	49
5.2.2	Opere di consolidamento al coronamento .....	50
5.2.3	Opere di rimodellamento in sponda sinistra del Rio Est .....	50
5.2.4	Sistemazione finale dell'area.....	51
5.3	Ambiti 2, 3 e 4.....	51
5.3.1	Accessi e cantierizzazione .....	52
5.3.2	Preparazione dell'area.....	53
5.3.3	Moduli di impianto sul versante .....	53
5.3.4	Regimazione delle acque del versante, palizzate di fondo alveo e di rallentamento delle acque dei calanchi .....	55
5.4	Ambiti 5 e 6.....	55
5.4.1	Macchia seriale di vegetazione .....	56
5.5	Ambito 7 .....	57
5.5.1	Inerbimento rinforzato con minipalizzate e mulch .....	57
5.5.2	Consolidamento passi d'uomo .....	58
5.6	Ambito 8 .....	58
5.6.1	Accessi .....	59
5.6.2	Opere di stoccaggio materiale proveniente dai bacini di laminazione /sedimentazione esistenti sul reticolo idrografico naturale.....	59
5.6.3	Opere di messa a rilevato del materiale di disalveo.....	60
5.7	Ambito 9 .....	60
5.7.1	Accessi .....	60
5.7.2	Opere preliminari e di scavo.....	61
5.7.3	Opere sul Rio Fandaglia.....	61
5.7.4	Opere di ripristino vasca di sedimentazione/laminazione .....	62
5.8	Ambito 10 .....	62
5.8.1	Accessi .....	62
5.8.2	Opere preliminari e di scavo - Ambito 10.1 .....	63
5.8.3	Opere trasversali - Ambito 10.1.....	64
5.8.4	Opere longitudinali Ambito - 10.1 .....	64
5.8.5	Opere preliminari e di scavo - Ambito 10.2 .....	64
5.8.6	Opere trasversali - Ambito 10.2.....	65
5.8.7	Opere longitudinali – Ambito 10.2 .....	65
5.9	Ambito 11 .....	66
5.9.1	Accessi e opere preliminari .....	66
5.9.2	Opere trasversali .....	66
5.9.3	Opere longitudinali.....	66
5.10	Ambito 12 .....	66
5.10.1	Opere sulla piattaforma stradale .....	67
5.11	Ambito 13 .....	67
5.11.1	Accessi .....	67
5.11.2	Le opere in progetto settore Nord .....	68
5.11.3	Le opere in progetto settore Sud.....	68
5.12	Gruppi di lavorazione omogenea dei lavori a corpo .....	69
6	MODALITÀ DI ESECUZIONE DELLE OPERE .....	75
6.1	Interventi sulla vegetazione preliminari alle opere .....	75

6.1.1	Generalità .....	75
6.1.2	Interventi selvicolturali .....	75
6.1.3	Diradamenti e altri interventi selvicolturali .....	75
6.1.4	Taglio di esemplari arborei .....	75
6.1.5	Asportazione ceppaie .....	76
6.1.6	Taglio della vegetazione arbustiva .....	76
6.2	Scavi a sezione obbligata e sbancamenti in generale .....	76
6.2.1	Ricognizione .....	76
6.2.2	Pulizia dell'area .....	76
6.2.3	Riferimento ai disegni di progetto esecutivo .....	77
6.2.4	Splateamento e sbancamento .....	77
6.2.5	Scavi a sezione obbligata .....	77
6.2.6	Scavi in presenza d'acqua .....	77
6.2.7	Pompe di aggotamento .....	78
6.2.8	Impiego di esplosivi .....	78
6.2.9	Deposito di materiali in prossimità degli scavi .....	78
6.2.10	Sistemazione di strade, accessi e ripristino passaggi .....	78
6.2.11	Manutenzione degli scavi .....	78
6.2.12	Divieti per l'appaltatore dopo l'esecuzione degli scavi .....	79
6.2.13	Riparazione di sottoservizi .....	79
6.3	Rinterri .....	79
6.4	Formazione di rilevati .....	80
6.5	Terre rinforzate .....	82
6.6	Opere di protezione spondale in massi .....	85
6.7	Gabbioni e materassi metallici .....	87
6.7.1	Campo di applicazione .....	87
6.7.2	Materiali .....	87
6.7.3	Posa in opera .....	91
6.7.4	Controlli ed accettazione .....	92
6.8	Soglie e corazzature di fondo in massi legati con reti o funi metalliche .....	94
6.9	Formazione ancoraggi in barre .....	96
6.10	Confezionamento e posa in opera del calcestruzzo .....	97
6.10.1	Generalità .....	97
6.10.2	Componenti .....	98
6.10.3	Controlli di accettazione dei calcestruzzi .....	99
6.10.4	Confezione .....	101
6.10.5	Trasporto .....	102
6.10.6	Posa in opera .....	102
6.10.7	Stagionatura e disarmo .....	103
6.10.8	Giunti di discontinuità ed opere accessorie nelle strutture in conglomerato cementizio .....	104
6.10.9	Predisposizione di fori, tracce, cavità, ecc. ....	105
6.10.10	Conglomerati cementizi preconfezionati .....	105
6.10.11	Prescrizioni particolari relative ai cementi armati .....	106
6.10.12	Esecuzione del getto del calcestruzzo per calcestruzzo semplice e armato .....	108
6.10.13	Modalità esecutive e verifica della corretta posizione delle armature .....	108
6.10.14	Realizzazione delle gabbie delle armature per cemento armato .....	109
6.10.15	Ancoraggio delle barre e loro giunzioni .....	109
6.10.16	Getto del calcestruzzo ordinario .....	110
6.10.17	Getti in climi freddi .....	110
6.10.18	Riprese di getto .....	112
6.10.19	Compattazione del calcestruzzo .....	112
6.10.20	Stagionatura .....	114
6.10.21	Controllo della fessurazione superficiale .....	117
6.10.22	Maturazione accelerata con getti di vapore saturo .....	118
6.11	Casseforme e puntelli per le strutture in calcestruzzo semplice e armato .....	118
6.11.1	Caratteristiche delle casseforme .....	118
6.11.2	Casseforme speciali .....	119

6.11.3	Pulizia e trattamento.....	121
6.11.4	Disarmanti .....	124
6.11.5	Ripristini e stuccature .....	124
6.11.6	Caricamento delle strutture disarmate .....	124
6.11.7	Prescrizioni specifiche per il calcestruzzo a faccia vista .....	124
6.12	Ferro d'armatura .....	125
6.12.1	Caratteristiche dei materiali .....	125
6.12.2	Modalità esecutive.....	125
6.12.3	Prove di accettazione e controllo .....	126
6.13	Brigliette in legname e pietrame .....	126
6.14	Palificate in legname con arbusti a due pareti .....	126
6.15	Palificate semplici (Palizzate).....	129
6.16	Ispezione, pulizia e disgaggio .....	129
6.17	Rivestimenti con biotessile .....	129
6.18	Rivestimenti in rete metallica a doppia torsione e biostuoie .....	130
6.19	Opere a verde su rilevati e banchine di cui agli ambiti 8, 12 e 13.....	131
6.20	Semine su rilevati e banchine di cui all'ambito 8, 12 e 13.....	134
6.21	Messa a dimora di materiale vegetale.....	136
6.22	Idrosemine.....	140
6.22.1	Generalità .....	140
6.22.2	Idrosemina a passaggio unico.....	140
6.22.3	Idrosemina a spessore a passaggio unico .....	141
6.22.4	Idrosemina con geoteti in cocco , agave e juta .....	143
6.23	Impianto di bagnatura dell'area di cantiere .....	143
6.24	Operazioni di manutenzione delle opere a verde.....	144
6.25	Murature .....	145
6.26	Sovrastruttura stradale .....	148
6.27	Montaggio tubazioni in pead .....	151
6.27.1	Tipologia unioni .....	151
6.27.2	Apparecchiature di saldatura.....	151
6.27.3	Saldatura di testa.....	152
	Condizioni ambientali .....	152
	Controlli preliminari alle operazioni di saldatura.....	152
6.27.4	Preparazione .....	153
	Pulizia delle superfici.....	153
	Serraggio nelle ganasce delle testate .....	153
	Fresatura delle testate da saldare .....	154
6.27.5	Esecuzione della saldatura di testa .....	154
	Preriscaldamento.....	154
	Riscaldamento.....	154
	Rimozione del termoelemento.....	155
	Raggiungimento della pressione di saldatura .....	155
	Unione .....	155
6.27.6	Giunzione con manicotto elettrosaldabile.....	155
	Condizioni preliminari alle operazioni di saldatura .....	155
	Operazioni di saldatura .....	155
6.28	Opere meccaniche complementari alle condotte di acquedotto – generalità .....	156
6.28.1	Installazione di valvole ed altri organi di linea .....	156
6.28.2	Installazione di flange e pezzi speciali .....	156
6.29	Opere civili complementari alle linee di acquedotto– Generalità .....	156
6.29.1	Camerette valvole.....	157
6.30	Pulizia dell'area cantiere.....	157
6.31	Lavori diversi non specificati nei precedenti articoli .....	157
7	NORME GENERALI PER LA VALUTAZIONE E MISURAZIONE DEI LAVORI .....	158
7.1	Norme generali .....	158
7.1.1	Contabilizzazione dei lavori a corpo .....	158
7.1.2	Contabilizzazione dei lavori a misura .....	159
7.1.3	Contabilizzazione dei lavori in economia .....	160

7.2	Decespugliamento e disboscamento .....	160
7.3	Movimenti terra .....	160
7.3.1	Scavo di fondazione a sezione obbligata .....	161
7.4	Demolizioni .....	161
7.4.1	Demolizione di strutture in pietrame a secco o in gabbioni .....	162
7.4.2	Demolizione di strutture in mattoni .....	162
7.4.3	Demolizione di strutture in calcestruzzo .....	162
7.4.4	Demolizione di strutture in cemento armato .....	162
7.4.5	Taglio e demolizione di pavimentazione stradale .....	162
7.5	Riempimenti e reinterri .....	162
7.6	Tubazioni e collettori in genere .....	162
7.7	Ripristini di pavimentazioni .....	163
7.8	Murature in genere e costruzioni in conglomerato cementizio normale e precompresso .....	163
7.9	Casserature .....	164
7.10	Ferro d'armatura .....	164
7.11	Pavimentazioni stradali .....	164
7.11.1	Costruzione di cassonetto stradale con regolarizzazione e rullatura del fondo .....	164
7.11.2	Fondazioni stradali in misto granulare .....	165





## 1 DESCRIZIONE DEI LAVORI

### 1.1 Oggetto dell'appalto

L'appalto ha per oggetto l'esecuzione di tutte le opere e provviste occorrenti per la realizzazione dei lavori di: Messa in sicurezza permanente della discarica lapidea lato Corio e opere idrauliche nel torrente Fandaglia", all'interno del Sito di Interesse Nazionale della ex miniera di amianto di Balangero e Corio, mediante realizzazione di opere ascrivibili ai dettami dell'ingegneria naturalistica, volte al consolidamento superficiale dei versanti e opere di regimazione idraulica volte a limitare il trasporto solido dei corsoi d'acqua, oltre alla realizzazione di alcune opere connesse sulla rete viaria a regimazione delle acque superficiali.

I lavori si svolgeranno nel comune di Corio (TO), con contratto da stipulare a corpo.

La descrizione sommaria delle opere di cui al progetto è riportata nell'articolo 2, punto 2.1. La descrizione analitica è riportata nella Parte II – Norme tecniche esecutive.

### 1.2 Ammontare dell'appalto, designazione sommaria delle opere

#### 1.2.1 Importo opere

L'importo complessivo dei lavori e oneri per la sicurezza compensati a corpo compresi nel presente appalto ammonta a euro =2.235.000,00 (diconsi euro duemilioniduecento trentacinquemilacinquecento/00), oltre IVA ai sensi di Legge. Pertanto l'importo complessivo dei lavori ed oneri compresi nel presente appalto è definito come segue:

A)	Lavori a corpo soggetti a ribasso	Euro	2'040'000,00
B)	Oneri per la sicurezza e salute del cantiere non soggetti a ribasso	Euro	195'500,00
<b>A+B</b>	<b>IMPORTO TOTALE A BASE D'ASTA</b>	<b>Euro</b>	<b>2'235'500,00</b>

L'importo contrattuale corrisponderà all'importo dei lavori di cui al punto A, assoggettato al ribasso che l'impresa si dichiara disposta ad offrire in sede di gara, aumentato dell'importo degli oneri per la sicurezza e salute del cantiere di cui al punto B non soggetto ad alcun ribasso di cui D.Lgs. 81/2008.

Il prezzo suddetto è comprensivo di tutti gli oneri inerenti all'esecuzione dei lavori, nonché le opere provvisorie e ponteggi, i lavori e le provviste necessari al completo finimento in ogni loro parte di tutte le opere oggetto dell'appalto, anche per quanto possa non essere dettagliatamente specificato ed illustrato nel presente Capitolato.

Si conviene quindi che le opere di cui sopra dovranno essere consegnate dall'Impresa alla Stazione Appaltante, complete e finite in ogni loro particolare.

La misurazione e valutazione dei lavori corrispondenti alle opere eseguite in più o in meno dall'Impresa Appaltatrice per ordine della Stazione Appaltante e del Direttore dei lavori avverrà

sulla scorta delle norme contenute nel Capitolato Generale di Appalto delle opere dipendenti dal Ministero dei LL.PP., applicando alle quantità ottenute i prezzi unitari offerti dall'Impresa.

Per opere non previste si provvederà alla formazione di nuovi prezzi determinati a norma del regolamento di attuazione del D. Lg 50/2016. In riferimento alle predette opere eseguite in più o in meno, l'eventuale variazione di costo aggiuntivo per la sicurezza e salute del cantiere sarà determinata dal Responsabile della fase di esecuzione di cui al D.Lgs. 81/2008.

Resta inteso che il ribasso offerto dall'Appaltatore è implicitamente esteso a tutte le voci dell'elenco prezzi allegato, ivi compresi quelli di nuova formazione. La prestazione di cui al presente appalto viene effettuata nell'esercizio di impresa, e, pertanto, è soggetta all'imposta sul valore aggiunto (D.P.R. 26/10/1972, n. 633) da sommarsi agli importi di cui sopra, a carico dell'Amministrazione Appaltante (nel seguito chiamata "Amministrazione"), nella misura vigente al momento del pagamento che verrà indicata dall'Amministrazione su richiesta dell'Appaltatore da effettuarsi prima dell'emissione della fattura.

### **1.2.2 Descrizione sommaria delle opere**

L'intervento in progetto si inquadra, nel suo complesso, all'interno dei lavori di bonifica e messa in sicurezza permanente del Sito di Interesse Nazionale dell'ex miniera di amianto di Balangero e Corio e, più precisamente, all'interno dei lavori di messa in sicurezza del versante di discarica lato Corio. Esso risulta ubicato sul versante settentrionale della dorsale posta a separazione tra i comuni di Corio a Nord e Balangero a sud.

In linea generale gli interventi previsti sono volti a:

- bloccare i processi erosivi in corso;
- consolidare e potenziare la vegetazione già presente e innescare un'evoluzione positiva della vegetazione presente;
- mettere a sistema una rete di percorsi di accesso, mantenendo in efficienza e implementando la rete esistente, che sia utile anche per successivi monitoraggi e manutenzioni;
- consolidare il rio Est e contrastare i fenomeni gravitativi in corso;
- manutenzione straordinaria dell'asta del Fandaglia a monte e a valle dell'accumulo di discarica e delle vasche di decantazione, implementandone la capacità di accumulo;
- mettere in sicurezza la viabilità principale predisponendo una separazione fisica tra piano viabile esistente, realizzato con materiale di lavorazione dell'attività mineraria e nuovo piano viabile non contaminato;
- delimitare chiaramente il perimetro del sito e provvederlo di recinzioni e segnaletica diffusa;
- ripristinare le condizioni di stabilità del settore apicale del settore orientale coinvolto da un dissesto di tipo rotazionale incipiente con volumi potenzialmente mobilizzabili superiori ai 150.000 mc.

In linea generale si farà riferimento ai criteri guida dell'ingegneria naturalistica per trasformare il materiale minerale di cava in substrato fertile definibile come "suolo". In tale ottica, si ritiene fondamentale introdurre piante erbacee ed arbustive che favoriscano la micorizzazione del substrato. Si dovranno adottare tecniche d'intervento che aiutino la transizione tra lo stato attuale e la situazione di vegetazione consolidata, compensando gli squilibri attualmente riscontrabili, in particolare l'importante processo erosivo in corso e lo scivolamento di placche erbacee sui pendii. Il progetto ha individuato 13 ambiti territoriali con problematiche omogenee su cui intervenire:

- Ambito 1 – Frana presso rio Est
- Ambiti 2, 3 e 4 –Versante cumulo Est
- Ambiti 5 e 6 – Base cumulo Est
- Ambito 7 – Versante cumulo Ovest
- Ambito 8 – Piede cumulo Ovest
- Ambito 9 – T. Fandaglia superiore
- Ambiti 10.1 e 10.2 – T. Fandaglia inferiore
- Ambito 11 – Rio Est e pista di accesso
- Ambito 12 – Rete viaria esistente
- Ambito 13 Nord e 13 Sud- Apice settore Nord Orientale della discarica

## **2 NORME TECNICHE DI ESECUZIONE**

### **QUALITA' E PROVENIENZA DEI MATERIALI - MODO DI ESECUZIONE DI CATEGORIE DI LAVORO - ORDINE DA TENERSI NELL'ANDAMENTO DEI LAVORI**

#### **2.1 Nome generali**

Nell'esecuzione di tutte le lavorazioni, le opere, le forniture, i componenti, anche relativamente a sistemi e subsistemi di impianti tecnologici oggetto dell'appalto, devono essere rispettate tutte le prescrizioni di legge e di regolamento in materia di qualità, provenienza e accettazione dei materiali e componenti nonché, per quanto concerne la descrizione, i requisiti di prestazione e le modalità di esecuzione di ogni categoria di lavoro, tutte le indicazioni contenute o richiamate contrattualmente nel presente Capitolato speciale, negli elaborati grafici del progetto esecutivo e nella descrizione delle singole voci allegata allo stesso capitolato.

Per quanto riguarda l'accettazione, la qualità e l'impiego dei materiali, la loro provvista, il luogo della loro provenienza e l'eventuale sostituzione di quest'ultimo, si applicano rispettivamente l'articolo 101 del D. Lgs. 50/2016 e gli articoli 16 e 17 del capitolato generale d'appalto.

L'appaltatore, sia per sé che per i propri fornitori, deve garantire che i materiali da costruzione utilizzati siano conformi al d.P.R. 21 aprile 1993, n. 246.

L'appaltatore, sia per sé che per i propri eventuali subappaltatori, deve garantire che l'esecuzione delle opere sia conforme alle «Norme tecniche per le costruzioni» approvate con il decreto del Ministro delle infrastrutture 17 gennaio 2018.

Qualora la direzione dei lavori rifiuti una qualsiasi provvista di materiali in quanto non adatta all'impiego, l'impresa deve sostituirla con altra che corrisponda alle caratteristiche volute; i materiali rifiutati devono essere allontanati immediatamente dal cantiere a cura e a spese della stessa impresa.

In materia di accettazione dei materiali, qualora eventuali carenze di prescrizioni comunitarie, nazionali e regionali, ovvero la mancanza di precise disposizioni nella descrizione contrattuale dei lavori possano dare luogo a incertezze circa i requisiti dei materiali stessi, la direzione lavori ha facoltà di ricorrere all'applicazione di norme speciali, ove esistano, siano esse nazionali o estere.

Entro 60 gg. dalla consegna dei lavori o, in caso di materiali o prodotti di particolare complessità, entro 60 gg. antecedenti il loro utilizzo, l'appaltatore presenta alla direzione lavori, per l'approvazione la campionatura completa di tutti i materiali, manufatti, prodotti, ecc. previsti o necessari per dare finita in ogni sua parte l'opera oggetto dell'appalto.

L'accettazione dei materiali da parte della direzione dei lavori non esenta l'appaltatore dalla totale responsabilità della riuscita delle opere, anche per quanto può dipendere dai materiali stessi.

## **ACCETTAZIONE DEI MATERIALI IN GENERALE**

### **2.2 Accettazione**

I materiali e i componenti devono corrispondere alle prescrizioni del presente capitolato speciale ed essere della migliore qualità e possono essere messi in opera solamente dopo l'accettazione del direttore dei lavori; in caso di contestazioni, si procederà ai sensi del regolamento.

L'accettazione dei materiali e dei componenti è definitiva solo dopo la loro posa in opera. Il direttore dei lavori può rifiutare in qualunque tempo i materiali e i componenti deperiti dopo l'introduzione in cantiere o che per qualsiasi causa non fossero conformi alle caratteristiche tecniche risultanti dai documenti allegati al contratto. In quest'ultimo caso, l'appaltatore deve rimuoverli dal cantiere e sostituirli con altri idonei a sue spese.

Ove l'appaltatore non effettui la rimozione nel termine prescritto dal direttore dei lavori, la stazione appaltante può provvedervi direttamente a spese dell'appaltatore, a carico del quale resta anche qualsiasi onere o danno che possa derivargli per effetto della rimozione eseguita d'ufficio.

Anche dopo l'accettazione e la posa in opera dei materiali e dei componenti da parte dell'appaltatore, restano fermi i diritti e i poteri della stazione appaltante in sede di collaudo tecnico-amministrativo o di emissione del certificato di regolare esecuzione.

### **2.3 Impiego di materiali con caratteristiche superiori a quelle contrattuali**

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 loro contabilizzazione deve essere redatta come se i materiali fossero conformi alle caratteristiche contrattuali.

### **2.4 Impiego di materiali o componenti di minor pregio**

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

### **2.5 Impiego di materiali riciclati e di terre e rocce da scavo**

#### **2.5.1 Materiali riciclati**

Per l'impiego di materiali riciclati si applicheranno le disposizioni del D.M. 8 maggio 2003, n. 203, affinché gli uffici pubblici e le società a prevalente capitale pubblico coprano il fabbisogno annuale di manufatti e beni con una quota di prodotti ottenuti da materiale riciclato nella misura non inferiore al 30% del fabbisogno medesimo.

### **2.5.2 Riutilizzo delle terre e rocce da scavo**

La possibilità del riutilizzo delle terre e rocce da scavo è prevista dall'art. 185 del D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152, come sostituito dall'art. 13 del D.Lgs. n. 205/2010.

Al comma 1 dell'art. 185 è disposto che non rientrano nel campo di applicazione della parte quarta del D.Lgs. n. 152/2006:

- il terreno (in situ), inclusi il suolo contaminato non scavato e gli edifici collegati permanentemente al terreno, fermo restando quanto previsto dagli artt. 239 e seguenti relativamente alla bonifica di siti contaminati dello stesso D.Lgs. n. 152/2006;
- il suolo non contaminato e altro materiale allo stato naturale escavato nel corso di attività di costruzione, ove sia certo che esso verrà riutilizzato a fini di costruzione allo stato naturale e nello stesso sito in cui è stato scavato.

Sono comunque a carico e a cura dell'appaltatore tutti gli adempimenti imposti dalla normativa ambientale, compreso l'obbligo della tenuta del registro di carico e scarico dei rifiuti, indipendentemente dal numero dei dipendenti e dalla tipologia dei rifiuti prodotti.

È altresì a carico e a cura dell'appaltatore il trattamento delle terre e rocce da scavo (TRS) e la relativa movimentazione, ivi compresi i casi in cui terre e rocce da scavo:

- a) siano considerate rifiuti speciali ai sensi dell'articolo 184 del decreto legislativo n. 152 del 2006;
- b) siano sottratte al regime di trattamento dei rifiuti nel rispetto di quanto previsto dagli articoli 185 e 186 dello stesso decreto legislativo n. 152 del 2006 e di quanto ulteriormente disposto dall'articolo 20, comma 10-sexies della legge 19 gennaio 2009, n. 2.
- c) Sono infine a carico e cura dell'appaltatore gli adempimenti che dovessero essere imposti da norme sopravvenute

### **2.6 Norme di riferimento e marcatura CE**

I materiali utilizzati dovranno essere qualificati in conformità al Regolamento UE n. 305/11 che abroga la precedente direttiva sui prodotti da costruzione 89/106/CEE (CPD), recepita in Italia mediante il regolamento di attuazione D.P.R. n. 246/1993 ora sostituito dal DECRETO LEGISLATIVO 16 giugno 2017, n.106. "Adeguamento della normativa nazionale alle disposizioni del regolamento (UE) n. 305/2011, che fissa condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione e che abroga la direttiva 89/106/CEE"

Qualora il materiale da utilizzare sia compreso nei prodotti coperti dalla predetta direttiva, ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice delle singole norme armonizzate, secondo il sistema di attestazione previsto dalla normativa vigente.

I materiali e le forniture da impiegare nella realizzazione delle opere dovranno rispondere alle prescrizioni contrattuali, e in particolare alle indicazioni del progetto esecutivo, e possedere le

caratteristiche stabilite dalle leggi e dai regolamenti e norme UNI applicabili, anche se non espressamente richiamate nel presente capitolato speciale d'appalto.

In assenza di nuove e aggiornate norme UNI, il direttore dei lavori potrà riferirsi alle norme ritirate o sostitutive. In generale, si applicheranno le prescrizioni del presente capitolato speciale d'appalto. Salvo diversa indicazione, i materiali e le forniture proverranno da quelle località che l'appaltatore riterrà di sua convenienza, purché, a insindacabile giudizio della direzione lavori, ne sia riconosciuta l'idoneità e la rispondenza ai requisiti prescritti dagli accordi contrattuali.

## **2.7 Provvista dei materiali**

Se gli atti contrattuali non contengono specifica indicazione, l'appaltatore è libero di scegliere il luogo ove prelevare i 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 e ripristino dei luoghi.

## **2.8 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.

Nel caso in cui il cambiamento comporterà una differenza in più o in meno del quinto del prezzo contrattuale del materiale, si farà luogo alla determinazione del nuovo prezzo ai sensi del DECRETO 7 marzo 2018, n. 49.

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 del procedimento.

## **2.9 Proprietà dei materiali di scavo e di demolizione**

I materiali provenienti da escavazioni e da demolizioni sono di proprietà della Stazione appaltante. Nessun materiale potrà essere allontanato dal cantiere posto nell'ambito del perimetro del SIN è ammessa la sola movimentazione entro tale ambito.

Al rinvenimento di oggetti di valore, beni o frammenti o ogni altro elemento diverso dai materiali di scavo e di demolizione, o per i beni provenienti da demolizione ma aventi valore scientifico, storico, artistico, archeologico o simili, si applica l'articolo 31 del capitolato generale d'appalto, fermo restando quanto previsto dall'articolo 91, comma 2, del decreto legislativo 22 gennaio 2004, n. 42.

È fatta salva la possibilità, se ammessa, di riutilizzare i materiali di cui ai commi precedenti nell'ambito del perimetro del SIN.

## 2.10 Utilizzo di materiali recuperati o riciclati

In attuazione del decreto del ministero dell'ambiente 8 maggio 2003, n. 203 e dei relativi provvedimenti attuativi di natura non regolamentare, la realizzazione di manufatti e la fornitura di beni di cui al comma 3, purché compatibili con i parametri, le composizioni e le caratteristiche prestazionali stabiliti con i predetti provvedimenti attuativi, deve avvenire mediante l'utilizzo di materiale riciclato utilizzando rifiuti derivanti dal post-consumo, nei limiti in peso imposti dalle tecnologie impiegate per la produzione del materiale medesimo.

1. I manufatti e i beni di cui al comma 1 sono i seguenti:
  - a) corpo dei rilevati di opere in terra di ingegneria civile;
  - b) sottofondi stradali, ferroviari, aeroportuali e di piazzali civili e industriali;
  - c) strati di fondazione delle infrastrutture di trasporto e di piazzali civili e industriali;
  - d) recuperi ambientali, riempimenti e colmate;
  - e) strati accessori (aventi funzione anticapillare, antigelo, drenante, etc.);
  - f) calcestruzzi con classe di resistenza  $R_{ck} \leq 15$  Mpa, secondo le indicazioni della norma UNI 8520-2, mediante aggregato riciclato conforme alla norma armonizzata UNI EN 12620:2004.
2. L'appaltatore è obbligato a richiedere le debite iscrizioni al Repertorio del Riciclaggio per i materiali riciclati e i manufatti e beni ottenuti con materiale riciclato, con le relative indicazioni, codici CER, quantità, perizia giurata e ogni altra informazione richiesta dalle vigenti disposizioni.
3. L'appaltatore deve comunque rispettare le disposizioni in materia di materiale di risulta e rifiuti, di cui agli articoli da 181 a 198 e agli articoli 214, 215 e 216 del decreto legislativo n. 152 del 2006.

## 2.11 Accertamenti di laboratorio e verifiche tecniche

Gli accertamenti di laboratorio e le verifiche tecniche obbligatorie, ovvero specificamente previsti dal presente capitolato speciale d'appalto, devono essere disposti dalla direzione dei lavori, imputando la spesa a carico delle somme a disposizione accantonate a tale titolo nel quadro economico dei lavori in appalto. Per le stesse prove, la direzione dei lavori deve provvedere al prelievo del relativo campione e alla redazione dell'apposito verbale in contraddittorio con l'impresa; la certificazione effettuata dal laboratorio ufficiale prove materiali deve riportare espresso riferimento a tale verbale.

La direzione dei lavori può disporre ulteriori prove e analisi, ancorché non prescritte dal presente capitolato speciale d'appalto ma ritenute necessarie per stabilire l'idoneità dei materiali, dei componenti o delle lavorazioni. Le relative spese saranno poste a carico dell'appaltatore.

Per le opere e i materiali strutturali, le verifiche tecniche dovranno rispondere alle caratteristiche meccaniche previste dal DM 17 gennaio 2018, pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n. 42 del 20 febbraio 2018 - con cui è stato approvato lo AGGIORNAMENTO NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI.



### **3 MATERIALI E PRODOTTI PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI**

#### **3.1 Materiali e prodotti per uso strutturale**

##### **3.1.1 Identificazione, certificazione e accettazione**

I materiali e i prodotti per uso strutturale dovranno rispondere alle caratteristiche meccaniche previste dal DM 17 gennaio 2018, pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n. 42 del 20 febbraio 2018 - con cui è stato approvato lo AGGIORNAMENTO NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI e devono essere:

1. identificati mediante la descrizione a cura del fabbricante del materiale stesso e dei suoi componenti elementari;
2. certificati mediante la documentazione di attestazione che preveda prove sperimentali per misurarne le caratteristiche chimiche, fisiche e meccaniche, effettuate da un ente terzo indipendente ovvero, ove previsto, autocertificate dal produttore secondo procedure stabilite dalle specifiche tecniche europee richiamate nel presente documento;
3. accettati dal direttore dei lavori mediante controllo delle certificazioni di cui al punto precedente e mediante le prove sperimentali di accettazione previste dalle Nuove norme tecniche per le costruzioni per misurarne le caratteristiche chimiche, fisiche e meccaniche.

##### **3.1.2 Procedure e prove sperimentali d'accettazione**

Tutte le prove sperimentali che servono a definire le caratteristiche fisiche, chimiche e meccaniche dei materiali strutturali devono essere eseguite e certificate dai laboratori ufficiali di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001, ovvero sotto il loro diretto controllo, sia per ciò che riguarda le prove di certificazione o di qualificazione sia per ciò che attiene quelle di accettazione.

I laboratori dovranno fare parte dell'albo dei laboratori ufficiali depositato presso il servizio tecnico centrale del Ministero delle infrastrutture e dei trasporti.

Nei casi in cui per materiali e prodotti per uso strutturale è prevista la marcatura CE ai sensi del DECRETO LEGISLATIVO 16 giugno 2017, n.106, ovvero la qualificazione secondo le Nuove norme tecniche, la relativa attestazione di conformità deve essere consegnata alla direzione dei lavori. Negli altri casi, l'idoneità all'uso va accertata attraverso le procedure all'uopo stabilite dal servizio tecnico centrale, sentito il Consiglio superiore dei lavori pubblici, che devono essere almeno equivalenti a quelle delle corrispondenti norme europee armonizzate, ovvero a quelle previste nelle Nuove Norme Tecniche.

Il richiamo alle specifiche tecniche europee EN o nazionali UNI, ovvero internazionali ISO, deve intendersi riferito all'ultima versione aggiornata, salvo come diversamente specificato.

Il direttore dei lavori, per i materiali e i prodotti destinati alla realizzazione di opere strutturali e, in generale, nelle opere di ingegneria civile, ai sensi del paragrafo 2.1 dell'Aggiornamento delle Norme Tecniche approvate dal D.M. 17 gennaio 2018, deve, se necessario, ricorrere a procedure e prove sperimentali d'accettazione, definite su insiemi statistici significativi.

### **3.1.3 Procedure di controllo di produzione in fabbrica**

I produttori di materiali, prodotti o componenti disciplinati dal DM 17 gennaio 2018 AGGIORNAMENTO NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI, devono dotarsi di adeguate procedure di controllo di produzione in fabbrica. Per controllo di produzione nella fabbrica si intende il controllo permanente della produzione effettuato dal fabbricante. Tutte le procedure e le disposizioni adottate dal fabbricante devono essere documentate sistematicamente ed essere a disposizione di qualsiasi soggetto o ente di controllo.

### **3.2 Acqua; calce; leganti idraulici**

L'acqua dovrà essere dolce, limpida e priva di materie terrose.

I leganti idraulici dovranno corrispondere alle norme per l'accettazione stabilite con la L. 26/5/1965 n. 595, ed al Decreto Ministeriale 14 gennaio 1966, "Caratteristiche tecniche e requisiti dei leganti idraulici", ed i successivi Decreti Ministeriali del 3/6/1968 "Nuove norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova dei cementi" modificato ai sensi del DM 20/11/1984 e del DM 13/09/1993 e del 31/8/1972 "Degli agglomerati cementizi e calci idrauliche".

L'Assuntore dovrà preoccuparsi di approvvigionare il cemento presso cementerie che diano garanzie di bontà, costanza di tipo, continuità di fornitura. All'inizio dei lavori esso dovrà presentare un impegno da parte delle cementerie a fornire cemento i cui requisiti fisici e chimici corrispondano alle norme di accettazione di cui al citato decreto. Tale dichiarazione sarà essenziale affinché la Direzione Lavori possa dare il benestare per l'approvvigionamento presso una determinata cementeria. La calce dovrà essere perfettamente cotta, ancora fresca ed in grossi pezzi, escludendo assolutamente quella già sfiorita. Se in polvere, sarà contenuta in sacchi sigillati e l'Impresa dovrà, su richiesta degli agenti dell'Amministrazione, rendere disponibili le bollette di pesatura e spedizione, comprovanti la sua provenienza.

### **3.3 Componenti del calcestruzzo**

#### **3.3.1 Leganti per opere strutturali**

Nelle opere strutturali devono impiegarsi esclusivamente i leganti idraulici previsti dalle disposizioni vigenti in materia, dotati di certificato di conformità (rilasciato da un organismo europeo notificato) a una norma armonizzata della serie UNI EN 197 ovvero a uno specifico benestare tecnico europeo (ETA), perché idonei all'impiego previsto, nonché, per quanto non in contrasto, conformi alle prescrizioni di cui alla legge 26 maggio 1965, n. 595.

È escluso l'impiego di cementi alluminosi. L'impiego dei cementi richiamati all'art. 1, lettera C della legge n. 595/1965, è limitato ai calcestruzzi per sbarramenti di ritenuta.

Per la realizzazione di dighe e altre simili opere massive dove è richiesto un basso calore di idratazione, devono essere utilizzati i cementi speciali con calore di idratazione molto basso conformi alla norma europea armonizzata UNI EN 14216, in possesso di un certificato di conformità rilasciato da un organismo di certificazione europeo notificato.

Qualora il calcestruzzo risulti esposto a condizioni ambientali chimicamente aggressive, si devono utilizzare cementi per i quali siano prescritte, da norme armonizzate europee e, fino alla disponibilità di esse, da norme nazionali, adeguate proprietà di resistenza ai solfati e/o al dilavamento o a eventuali altre specifiche azioni aggressive.

### **Fornitura**

I sacchi per la fornitura dei cementi debbono essere sigillati ed in perfetto stato di conservazione. Se l'imballaggio fosse comunque manomesso o il prodotto avariato, il cemento potrà essere rifiutato dalla direzione dei lavori e dovrà essere sostituito con altra idoneo. Se i leganti sono forniti sfusi, la provenienza e la qualità degli stessi dovranno essere dichiarate con documenti di accompagnamento della merce. La qualità del cemento potrà essere accertata mediante prelievo di campioni e la loro analisi presso Laboratori Ufficiali. L'impresa dovrà disporre in cantiere di silos per lo stoccaggio del cemento che ne consentano la conservazione in idonee condizioni termogravimetriche.

### **Marchio di conformità**

L'attestato di conformità autorizza il produttore ad apporre il marchio di conformità sull'imballaggio e sulla documentazione di accompagnamento relativa al cemento certificato. Il marchio di conformità è costituito dal simbolo dell'organismo abilitato seguito da:

- a) nome del produttore e della fabbrica ed eventualmente del loro marchio o dei marchi di identificazione;
- b) ultime due cifre dell'anno nel quale è stato apposto il marchio di conformità;
- c) numero dell'attestato di conformità;
- d) descrizione del cemento;
- e) estremi del decreto.

Ogni altra dicitura deve essere stata preventivamente sottoposta all'approvazione dell'organismo abilitato.

Classe	Resistenza alla compressione (N/mm²)				Tempo inizio presa min	Espansione  mm
	Resistenza iniziale		Resistenza normalizzata 28 giorni			
	2 giorni	7 giorni				
32,5	-	> 16	≥ 32,5	≤ 52,5	≥ 60	≤ 10
32,5 R	> 10	-				
4,25	> 10	-	≥ 42,5	≤ 62,5		
4,25 R	> 20	-				
52,5	> 20	-	≥ 52,5	-	≥ 45	
52.5 R	> 30	-				

**Tabella 1: Requisiti meccanici e fisici dei cementi (D.M. 12 luglio 1999, n. 314)**

Proprietà	Prova secondo	Tipo di cemento	Classe di resistenza	Requisiti
Perdita al fuoco	EN 196-2	CEM I – CEM III	Tutte le classi	$\leq 5,0\%$
Residuo insolubile	EN 196-2	CEM I – CEM III	Tutte le classi	$\leq 5,0\%$
Solfati come (SO <sub>3</sub> )	EN 196-2	CEM I CEM II (2) CEM IV CEM V	32,5 32,5 R 42,5	$\leq 3,5\%$
			42,5 R 52,5 52,5 R	$\leq 4,0\%$
			Tutte le classi	
		CEM III (3)	Tutte le classi	
Cloruri	EN 196-21	Tutti i tipi (4)	Tutte le classi	$\leq 0,10\%$
Pozzolanicità	EN 196-5	CEM IV	Tutte le classi	Esito positivo della prova

1) I requisiti sono espressi come percentuale in massa  
2) Questa indicazione comprende i cementi tipo CEM II/A e CEM II/B, ivi compresi i cementi Portland composti contenenti solo un altro componente principale, per esempio II/A-S o II/B-V, salvo il tipo CEM II/B-T che può contenere fino al 4,5% di SO<sub>3</sub>, per tutte le classi di resistenza  
3) Il cemento tipo CEM III/C può contenere fino al 4,5% di SO<sub>3</sub>.  
4) Il cemento tipo CEM III può contenere più dello 0,10% di cloruri ma in tal caso si dovrà dichiarare il contenuto effettivo in cloruri.

**Tabella 2: Requisiti chimici dei cementi (D.M. 12 luglio 1999, n. 314)**

Proprietà		Valori limite					
		Classe di resistenza					
		32,5	32,5R	42,5	42,5R	52,5	42,5R
Limite inferiore di resistenza (N/mm2)	2 giorni	-	8,0	8,0	18,0	18,0	28,0
	7 giorni	14,0	-	-	-	-	-
	28 giorni	30,0	30,0	40,0	40,0	50,0	50,0
Tempo di inizio presa - Limite inferiore (min)		45			40		
Stabilità (mm) - Limite superiore		11					
Contenuto di SO3 (%)  Limite superiore	Tipo I  Tipo II (1)  Tipo IV  Tipo V	4,0			4,5		
	Tipo III/A  Tipo III/B	4,5					
	Tipo III/C	5,0					
	Contenuto di cloruri (%) - Limite superiore (2)		0,11				
Pozzolanicità		Positiva a 15 giorni					

(1) Il cemento tipo II/B può contenere fino al 5% di SO<sub>3</sub> per tutte le classi di resistenza

(2) Il cemento tipo III può contenere più dello 0,11% di cloruri, ma in tal caso deve essere dichiarato il contenuto reale di cloruri.

**Tabella 3: Valori limite dei cementi (D.M. 12 luglio 1999, n. 314)**

**Metodi di prova**

Ai fini dell'accettazione dei cementi la direzione dei lavori potrà effettuare le seguenti prove:

- UNI 9606 - Cementi resistenti al dilavamento della calce. Classificazione e composizione;
- UNI EN 196-1 - Metodi di prova dei cementi. Determinazione delle resistenze meccaniche;
- UNI EN 196-2 - Metodi di prova dei cementi. Analisi chimica dei cementi;
- UNI EN 196-3 - Metodi di prova dei cementi. Determinazione del tempo di presa e della stabilità;
- UNI ENV 196-4 - Metodi di prova dei cementi. Determinazione quantitativa dei costituenti;
- UNI EN 196-5 - Metodi di prova dei cementi. Prova di pozzolanicità dei cementi pozzolanici;
- UNI EN 196-6 - Metodi di prova dei cementi. Determinazione della finezza;
- UNI EN 196-7 - Metodi di prova dei cementi. Metodi di prelievo e di campionatura del cemento;
- UNI EN 196-21 - Metodi di prova dei cementi. Determinazione del contenuto di cloruri, anidride carbonica e alcali nel cemento;
- UNI ENV 197-1 - Cemento. Composizione, specifiche e criteri di conformità. Cementi comuni;
- UNI ENV 197-2 - Cemento. Valutazione della conformità;
- UNI 10397 - Cementi. Determinazione della calce solubilizzata nei cementi per dilavamento con acqua distillata;
- UNI 10517 - Cementi Comuni. Valutazione della conformità;
- UNI ENV 413-1 - Cemento da muratura. Specifica;
- UNI EN 413-2 - Cemento da muratura. Metodi di prova.

**Aggregati**

Sono idonei alla produzione di conglomerato cementizio gli aggregati ottenuti dalla lavorazione di materiali naturali, artificiali, ovvero provenienti da processi di riciclo conformi alla parte armonizzata della norma europea UNI EN 12620.

Gli inerti, naturali o di frantumazione, devono essere costituiti da elementi non gelivi e non friabili, privi di sostanze organiche, limose ed argillose, di gesso, ecc., in proporzioni nocive all'indurimento del conglomerato od alla conservazione delle armature.

La ghiaia o il pietrisco devono avere dimensioni massime commisurate alle caratteristiche geometriche della carpenteria del getto ed all'ingombro delle armature, devono essere lavati con acqua dolce qualora ciò sia necessario per eliminare materie nocive.

Il pietrisco deve provenire dalla frantumazione di roccia compatta, non gessosa né geliva, non deve contenere impurità né materie pulverulenti, deve essere costituito da elementi, le cui dimensioni soddisfino alle condizioni sopra indicate per la ghiaia.

### **Sistema di attestazione della conformità**

I sistemi di attestazione della conformità degli aggregati, infatti, prevede due livelli:

- livello di conformità 4, che prevede lo svolgimento del Controllo di Produzione da parte del produttore;
- livello di conformità 2+, comporta l'intervento di un Organismo notificato che certifica il Controllo svolto dal produttore

Il sistema di attestazione della conformità degli aggregati, ai sensi del D.P.R. n. 246/93 è indicato nella Tabella 4.

Specifica Tecnica Europea di riferimento	Uso Previsto	Sistema di Attestazione della Conformità
Aggregati per calcestruzzo	Calcestruzzo strutturale	2+
UNIEN 12620-13055	Uso non strutturale	4

**Tabella 4**

Il Sistema 2+ (certificazione del controllo di produzione in fabbrica) è quello specificato all'art. 7, comma 1 lettera B, Procedura 1 del D.P.R. n. 246/93, comprensiva della sorveglianza, giudizio ed approvazione permanenti del controllo di produzione in fabbrica.

Il Sistema 4 (autodichiarazione del produttore) è quello specificato all'art. 7, comma 1 lettera B, Procedura 3, del D.P.R. n. 246/93.

È consentito l'uso di aggregati grossi provenienti da riciclo, secondo i limiti di cui alla Tabella 5 a condizione che la miscela di conglomerato cementizio confezionata con aggregati riciclati, venga preliminarmente qualificata e documentata attraverso idonee prove di laboratorio. Per tali aggregati, le prove di controllo di produzione in fabbrica di cui ai prospetti HI, H2 ed H3 dell'annesso ZA della norma europea UNI EN 12620, per le parti rilevanti, devono essere effettuate ogni 100 tonnellate di aggregato prodotto e, comunque, negli impianti di riciclo, per ogni giorno di produzione.

Origine del materiale da riciclo	Rck del calcestruzzo (N/mm <sup>2</sup> )	percentuale di impiego
demolizioni di edifici (macerie)	<15	fino al 100%
demolizioni di solo calcestruzzo e c.a.	≤ 35	≤ 30 %
	≤ 25	fino al 60 %
Riutilizzo interno negli stabilimenti di prefabbricazione qualificati	≤ 55	fino al 5%

**Tabella 5**

Per quanto riguarda gli aggregati leggeri, questi devono essere conformi alla parte armonizzata della norma europea UNI EN 13055. Il sistema di attestazione della conformità è quello riportato nella Tabella 6 .

### **Marcatura CE**

Gli aggregati che devono riportare obbligatoriamente la marcatura CE sono riportati nel seguente prospetto:

	Norme di riferimento
Aggregati per calcestruzzo	EN 12620
Aggregati per conglomerati bituminosi e finiture superficiali per strade, aeroporti e altre aree trafficate	EN 13043
Aggregati leggeri - Parte 1: Aggregati leggeri per calcestruzzo, malta e malta da iniezione/boiacca	EN 13055-1
Aggregati grossi per opere idrauliche (armourstone) - Parte 1	EN 13383-1
Aggregati per malte	EN 13139
Aggregati per miscele non legate e miscele legate utilizzati nelle opere di ingegneria civile e nella costruzione di strade	EN 13242
Aggregati per massicciate ferroviarie	EN 13450

**Tabella 6**

La produzione dei prodotti sopraelencati deve avvenire con un livello di conformità 2+, certificato da un Organismo notificato.

### **Controlli d'accettazione**

Gli eventuali controlli di accettazione degli aggregati da effettuarsi a cura del Direttore dei lavori, come stabilito dalle norme tecniche di cui al D.M. 14 settembre 2005, devono essere finalizzati alla determinazione delle caratteristiche tecniche riportate nella Tabella 7, insieme ai relativi metodi di prova.

Caratteristiche tecniche	Metodo di prova
Descrizione petrografica semplificata	EN932-3
Dimensione dell'aggregato (analisi granulometrica e contenuto dei fini)	EN933-1
Indice di appiattimento	EN933-3
Dimensione per il filler	EN933-10
Forma dell'aggregato grosso (per aggregato proveniente da riciclo)	EN933-4
Resistenza alla frammentazione/frantumazione (per calcestruzzo $R_{ck} \geq C50/60$ )	EN1097-2

**Tabella 7: Controlli di accettazione per aggregati per calcestruzzo strutturale**

### **Sabbia**

La sabbia, fermo restando le considerazioni dei parafi precedenti, per il confezionamento delle malte dovrà essere priva di sostanze organiche, terrose o argillose, solfati ed avere dimensione massima dei grani di 2 mm per murature in genere, di 1 mm per gli intonaci e murature di paramento o in pietra da taglio.

La sabbia naturale o artificiale deve risultare bene assortita in grossezza e costituita di grani resistenti, non provenienti da roccia decomposta o gessosa. Essa deve essere scricchiolante alla mano, non lasciare traccia di sporco, non contenere materie organiche, melmose o comunque dannose; deve essere lavata con acqua dolce, qualora ciò sia necessario, per eliminare materie nocive.

**Verifiche sulla qualità**

La direzione dei lavori potrà accertare in via preliminare le caratteristiche delle cave di provenienza del materiale per rendersi conto dell'uniformità della roccia, dei sistemi di coltivazione e di frantumazione, prelevando dei campioni da sottoporre alle prove necessarie per caratterizzare la roccia nei riguardi dell'impiego.

Il prelievo di campioni potrà essere omesso quando le caratteristiche del materiale risultano da certificato emesso in seguito ad esami fatti, eseguire da amministrazioni pubbliche, a seguito di sopralluoghi nelle cave ed i risultati di tali indagini siano ritenuti idonei dalla direzione dei lavori.

Il prelievo dei campioni di sabbia normalmente deve avvenire dai cumuli sul luogo di impiego, diversamente può avvenire dai mezzi di trasporto ed eccezionalmente dai silos. La fase di prelevamento non deve alterare le caratteristiche del materiale ed in particolare la variazione della sua composizione granulometrica e perdita di materiale fine. I metodi prova possono riguardare l'analisi granulometrica e il peso specifico reale.

**Norme per gli aggregati per la confezione di calcestruzzi**

Riguardo all'accettazione degli aggregati impiegati per il confezionamento degli impasti di calcestruzzo il direttore dei lavori fermo restando i controlli della tabella 15.6, potrà farà riferimento anche alle seguenti norme:

- UNI 8520-1 - Aggregati per la confezione di calcestruzzi. Definizione, classificazione e caratteristiche;
- UNI 8520-2 - Aggregati per la confezione di calcestruzzi. Requisiti;
- UNI 8520-7 - Aggregati per la confezione calcestruzzi. Determinazione del passante allo staccio 0,075 UNI 2332;
- UNI 8520-8 - Aggregati per la confezione di calcestruzzi. Determinazione del contenuto di grumi di argilla e particelle friabili;
- UNI 8520-13 - Aggregati per la confezione di calcestruzzi. Determinazione della massa volumica e dell'assorbimento degli aggregati fini;
- UNI 8520-16 - Aggregati per la confezione di calcestruzzi. Determinazione della massa volumica e dell'assorbimento degli aggregati grossi (metodi della pesata idrostatica e del cilindro);
- UNI 8520-17 - Aggregati per la confezione di calcestruzzi. Determinazione della resistenza a compressione degli aggregati grossi;
- UNI 8520-20 - Aggregati per la confezione di calcestruzzi. Determinazione della sensibilità al gelo e disgelo degli aggregati grossi;
- UNI 8520-21 - Aggregati per la confezione di calcestruzzi. Confronto in calcestruzzo con aggregati di caratteristiche note;
- UNI 8520-22 - Aggregati per la confezione di calcestruzzi. Determinazione della potenziale reattività degli aggregati in presenza di alcali;



- UNI EN 1367-2 - Prove per determinare le proprietà termiche e la degradabilità degli aggregati. Prova al solfato di magnesio;
- UNI EN 1367-4 - Prove per determinare le proprietà termiche e la degradabilità degli aggregati. Determinazione del ritiro per essiccamento;
- UNI EN 12620:2003 - Aggregati per calcestruzzo;
- UNI EN 1744-1 - Prove per determinare le proprietà chimiche degli aggregati. Analisi chimica.

### **Additivi**

Il loro impiego, come per ogni altro componente, dovrà essere preventivamente sperimentato e dichiarato nel mix design della miscela di conglomerato cementizio, preventivamente progettata. Gli additivi per impasti cementizi si intendono classificati come segue: fluidificanti; aeranti; ritardanti; acceleranti; fluidificanti-aeranti; fluidificanti-ritardanti; fluidificanti-acceleranti; antigelo-superfluidificanti.

Gli additivi devono essere conformi alla parte armonizzata della norma europea EN 934-2.

L'impiego di eventuali additivi dovrà essere subordinato all'accertamento dell'assenza di ogni pericolo di aggressività.

Gli additivi dovranno possedere le seguenti caratteristiche:

- dovranno essere opportunamente dosati rispetto alla massa del cemento;
- non dovranno contenere componenti dannosi alla durabilità del calcestruzzo;
- non dovranno provocare la corrosione dei ferri d'armatura;
- non dovranno interagire sul ritiro o sull'espansione del calcestruzzo, in tal caso si dovrà procedere alla determinazione della stabilità dimensionale.

Gli additivi da utilizzarsi, eventualmente, per ottenere il rispetto delle caratteristiche delle miscele in conglomerato cementizio, potranno essere impiegati solo dopo valutazione degli effetti per il particolare conglomerato cementizio da realizzare e nelle condizioni effettive di impiego.

Particolare cura dovrà essere posta nel controllo del mantenimento nel tempo della lavorabilità del calcestruzzo fresco. Per le modalità di controllo e di accettazione il direttore dei lavori potrà far eseguire prove od accettare l'attestazione di conformità alle norme vigenti.

### **Acqua di impasto**

L'acqua per gli impasti deve essere dolce, limpida, priva di sali (particolarmente solfati e cloruri) in percentuali dannose, priva di materie terrose e non essere aggressiva.

L'acqua, a discrezione della direzione dei lavori, in base al tipo di intervento od uso, potrà essere trattata con speciali additivi per evitare l'insorgere di reazioni chimico-fisiche al contatto con altri componenti l'impasto.

È vietato l'impiego di acqua di mare.

L'acqua di impasto, ivi compresa l'acqua di riciclo, dovrà essere conforme alla norma UNI EN 1008 come stabilito dalle norme tecniche per le costruzioni emanate con D.M. 17 gennaio 2018.

CARATTERISTICA	PROVA	LIMITI DI ACCETTABILITA'
Ph	Analisi chimica	da 5,5 a 8,5
Contenuto solfati	Analisi chimica	SO <sub>4</sub> <sup>-</sup> minore 800 mg/litro
Contenuto cloruri	Analisi chimica	Cl minore 300 mg/litro
Contenuto acido solfidrico	Analisi chimica	minore 50 mg/litro
Contenuto totale di sali minerali	Analisi chimica	minore 3000 mg/litro
Contenuto di sostanze organiche	Analisi chimica	minore 100 mg/litro
Contenuto di sostanze solide sospese	Analisi chimica	minore 2000 mg/litro

**Tabella 8: Acqua d'impasto****Classi di resistenza del conglomerato cementizio**

Sulla base della titolazione convenzionale del conglomerato mediante la resistenza cubica  $R_{ck}$  vengono definite le seguenti classi di resistenza riportate nella Tabella 9.

CLASSE DI RESISTENZA	$R_{ck}$ (N/mm <sup>2</sup> )
molto bassa	$5 < R_{ck} \leq 15$
bassa	$15 < R_{ck} \leq 30$
media	$30 < R_{ck} \leq 55$
alta	$55 < R_{ck} \leq 85$

**Tabella 9: Classi di resistenza dei calcestruzzi**

I conglomerati delle diverse classi di resistenza di cui alla tabella 15.8. trovano impiego secondo quanto riportato nella Tabella 10.

CLASSE DI IMPIEGO		CLASSE DI RESISTENZA
A)	Per strutture in conglomerato cementizio non armato o a bassa percentuale di armatura (punto 5.1.11)	molto bassa
B)	Per strutture semplicemente armate	bassa e media
C)	Per strutture precomprese o semplicemente armate	media
D)	Per strutture semplicemente armate e/o precomprese	alta

**Tabella 10: Classi di impiego dei calcestruzzi**

Per le classi di resistenza molto bassa, bassa e media, la resistenza caratteristica  $R_{ck}$  deve essere controllata durante la costruzione secondo le prescrizioni delle norme tecniche per le costruzioni emanate con D.M. 17 gennaio 2018.

Per la classe di resistenza alta, la resistenza caratteristica  $R_{ck}$  e tutte le grandezze meccaniche e fisiche che hanno influenza sulla resistenza e durabilità del conglomerato, vanno accertate prima dell'inizio dei lavori e la produzione deve seguire specifiche procedure per il controllo di qualità.

**Costruzioni di altri materiali**

I materiali non tradizionali o non trattati nelle Norme tecniche per le costruzioni potranno essere utilizzati per la realizzazione di elementi strutturali o opere, previa autorizzazione del servizio tecnico centrale su parere del Consiglio superiore dei lavori pubblici, autorizzazione che

riguarderà l'utilizzo del materiale nelle specifiche tipologie strutturali proposte sulla base di procedure definite dal servizio tecnico centrale.

Si intende qui riferirsi a materiali quali calcestruzzi di classe di resistenza superiore a C70/85, calcestruzzi fibrorinforzati, acciai da costruzione non previsti nel paragrafo 4.2 delle Norme tecniche per le costruzioni, leghe di alluminio, leghe di rame, travi tralicciate in acciaio conglobate nel getto di calcestruzzo collaborante, materiali polimerici fibrorinforzati, pannelli con poliuretano o polistirolo collaborante, materiali murari non tradizionali, vetro strutturale, materiali diversi dall'acciaio con funzione di armatura da cemento armato.

### **3.4 Acciaio per cemento armato**

#### **3.4.1 Le forme di controllo obbligatorie**

Le Nuove norme tecniche per le costruzioni per tutti gli acciai prevedono tre forme di controllo obbligatorie (paragrafo 11.3.1):

- in stabilimento di produzione, da eseguirsi sui lotti di produzione;
- nei centri di trasformazione, da eseguirsi sulle forniture;
- di accettazione in cantiere, da eseguirsi sui lotti di spedizione. A tale riguardo si definiscono:
  - lotti di produzione: si riferiscono a produzione continua, ordinata cronologicamente mediante apposizione di contrassegni al prodotto finito (rotolo finito, bobina di trefolo, fascio di barre, ecc.). Un lotto di produzione deve avere valori delle grandezze nominali omogenee (dimensionali, meccaniche, di formazione) e può essere compreso tra 30 e 120 t;
  - forniture: sono lotti formati da massimo 90 t, costituiti da prodotti aventi valori delle grandezze nominali omogenee;
  - lotti di spedizione: sono lotti formati da massimo 30 t, spediti in un'unica volta, costituiti da prodotti aventi valori delle grandezze nominali omogenee.

#### **3.4.2 La marcatura e la rintracciabilità dei prodotti qualificati**

Ciascun prodotto qualificato deve essere costantemente riconoscibile, per quanto concerne le caratteristiche qualitative, e rintracciabile, per quanto concerne lo stabilimento di produzione.

Il marchio indelebile deve essere depositato presso il servizio tecnico centrale e deve consentire, in maniera inequivocabile, di risalire:

- all'azienda produttrice;
- allo stabilimento;
- al tipo di acciaio e alla sua eventuale saldabilità.

Per stabilimento si intende un'unità produttiva a sé stante, con impianti propri e magazzini per il prodotto finito. Nel caso di unità produttive multiple appartenenti allo stesso produttore, la qualificazione deve essere ripetuta per ognuna di esse e per ogni tipo di prodotto in esse fabbricato.

Considerata la diversa natura, forma e dimensione dei prodotti, le caratteristiche degli impianti per la loro produzione, nonché la possibilità di fornitura sia in pezzi singoli sia in fasci, differenti possono essere i sistemi di marchiatura adottati, anche in relazione all'uso, quali, per esempio, l'impressione sui cilindri di laminazione, la punzonatura a caldo e a freddo, la stampigliatura a vernice, la targhettatura, la sigillatura dei fasci e altri. Permane, comunque, l'obbligatorietà del marchio di laminazione per quanto riguarda le barre e i rotoli.

Ogni prodotto deve essere marchiato con identificativi diversi da quelli di prodotti aventi differenti caratteristiche ma fabbricati nello stesso stabilimento e con identificativi differenti da quelli di prodotti con uguali caratteristiche ma fabbricati in altri stabilimenti, siano essi o meno dello stesso produttore. La marchiatura deve essere inalterabile nel tempo e senza possibilità di manomissione.

Per quanto possibile, anche in relazione all'uso del prodotto, il produttore è tenuto a marcare ogni singolo pezzo. Ove ciò non sia possibile, per la specifica tipologia del prodotto, la marcatura deve essere tale che, prima dell'apertura dell'eventuale ultima e più piccola confezione (fascio, bobina, rotolo, pacco, ecc.), il prodotto sia riconducibile al produttore, al tipo di acciaio, nonché al lotto di produzione e alla data di produzione.

Tenendo presente che gli elementi determinanti della marcatura sono la sua inalterabilità nel tempo e l'impossibilità di manomissione, il produttore deve rispettare le modalità di marcatura denunciate nella documentazione presentata al servizio tecnico centrale, e deve comunicare tempestivamente le eventuali modifiche apportate.

Il prodotto di acciaio non può essere impiegato in caso di:

- mancata marcatura;
- non corrispondenza a quanto depositato;
- illeggibilità, anche parziale, della marcatura.

Eventuali disposizioni supplementari atte a facilitare l'identificazione e la rintracciabilità del prodotto attraverso il marchio possono essere emesse dal servizio tecnico centrale.

#### **Indicazione del marchio identificativo nei certificati delle prove meccaniche**

Tutti i certificati relativi alle prove meccaniche degli acciai, sia in stabilimento sia in cantiere o nel luogo di lavorazione, devono riportare l'indicazione del marchio identificativo, rilevato a cura del laboratorio incaricato dei controlli, sui campioni da sottoporre a prove.

Nel caso i campioni fossero sprovvisti del marchio identificativo, ovvero il marchio non dovesse rientrare fra quelli depositati presso il servizio tecnico centrale, il laboratorio dovrà tempestivamente informare di ciò il servizio tecnico centrale e il direttore dei lavori.

Le certificazioni così emesse non possono assumere valenza ai fini della vigente normativa, il materiale non può essere utilizzato e il direttore dei lavori deve prevedere, a cura e spese dell'impresa, l'allontanamento dal cantiere del materiale non conforme.

**Forniture e documentazione di accompagnamento: l'attestato di qualificazione**

Le Nuove norme tecniche stabiliscono che tutte le forniture di acciaio devono essere accompagnate dall'attestato di qualificazione del servizio tecnico centrale.

L'attestato di qualificazione può essere utilizzato senza limitazione di tempo, inoltre deve riportare il riferimento al documento di trasporto.

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

Il direttore dei lavori, prima della messa in opera, è tenuto a verificare quanto sopra indicato e a rifiutare le eventuali forniture non conformi.

**3.4.3 I tipi d'acciaio per cemento armato**

Le Nuove norme tecniche per le costruzioni ammettono esclusivamente l'impiego di acciai saldabili e nervati idoneamente qualificati secondo le procedure previste dalle stesse norme e controllati con le modalità previste per gli acciai per cemento armato precompresso e per gli acciai per carpenterie metalliche.

I tipi di acciai per cemento armato sono indicati nella tabella seguente.

Tipi di acciaio per cemento armato previsti dalle norme precedenti	Tipi di acciaio previsti dal D.M. 14 gennaio 2008 (saldabili e ad aderenza migliorata)
FeB22k e FeB32k (barre tonde lisce)	B450C ( $6 \leq \varnothing \leq 50$ mm)
FeB38k e FeB44k (barre tonde nervate)	B450A ( $5 \leq \varnothing \leq 12$ mm)

**Tabella 11: Tipi di acciaio per cemento armato**

**L'acciaio per cemento armato B450C**

L'acciaio per cemento armato B450C (laminato a caldo) è caratterizzato dai seguenti valori nominali delle tensioni caratteristiche di snervamento e rottura da utilizzare nei calcoli:

- $f_y$  nom: 450 N/mm<sup>2</sup>;
- $f_t$  nom: 540 N/mm<sup>2</sup>.

e deve rispettare i requisiti indicati nella tabella seguente.

Caratteristiche	Requisiti	Frattile (%)
Tensione caratteristica di snervamento $f_{yk}$	$\geq f_{ynom}$	5,0
Tensione caratteristica di rottura $f_{tk}$	$\geq f_{tnom}$	5,0
$(f_t/f_y)_k$	$\geq 1,15 \leq 1,35$	10,0
$(f_y/f_{ynom})_k$	$\leq 1,25$	10,0
Allungamento $(A_{gt})_k$	$\geq 7,5\%$	10,0

Diametro del mandrino per prove di piegamento a 90 ° e successivo raddrizzamento senza cricche	$\varnothing < 12 \text{ mm}$	4 $\varnothing$	-
	$12 \leq \varnothing \leq 16 \text{ mm}$	5 $\varnothing$	-
	per $16 < \varnothing \leq 25 \text{ mm}$	8 $\varnothing$	-
	per $25 < \varnothing \leq 50 \text{ mm}$	10 $\varnothing$	-

Tabella 12: Acciaio per cemento armato laminato a caldo B450C

**L'acciaio per cemento armato B450A**

L'acciaio per cemento armato B450A (trafilato a freddo), caratterizzato dai medesimi valori nominali delle tensioni di snervamento e rottura dell'acciaio B450C, deve rispettare i requisiti indicati nella tabella seguente.

Caratteristiche	Requisiti	Frattile (%)
Tensione caratteristica di snervamento $f_{yk}$	$\geq f_{ynom}$	5,0
Tensione caratteristica di rottura $f_{tk}$	$\geq f_{tnom}$	5,0
$(f_t/f_y)_k$	$\geq 1,05$	10,0
$(f_y/f_{ynom})_k$	$\leq 1,25$	10,0
Allungamento $(A_{gt})_k$	$\geq 2,5\%$	10,0
Diametro del mandrino per prove di piegamento a 90° e successivo raddrizzamento senza cricche: $\varnothing < 10 \text{ mm}$	4 $\varnothing$	

Tabella 13: Acciaio per cemento armato trafilato a freddo B450A

**L'accertamento delle proprietà meccaniche**

L'accertamento delle proprietà meccaniche degli acciai deve essere condotto secondo le seguenti norme (paragrafo 11.3.2.3 Nuove norme tecniche):

- UNI EN ISO 15630-1 - Acciaio per calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso. Metodi di prova. Parte 1: Barre, rotoli e fili per calcestruzzo armato;
- UNI EN ISO 15630-2 - Acciaio per calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso. Metodi di prova. Parte 2: Reti saldate.

Per gli acciai deformati a freddo, ivi compresi i rotoli, le proprietà meccaniche devono essere determinate su provette mantenute per 60 minuti a  $100 \pm 10 \text{ °C}$  e successivamente raffreddate in aria calma a temperatura ambiente.

In ogni caso, qualora lo snervamento non sia chiaramente individuabile, si deve sostituire  $f_y$  con  $f(0,2)$ .

### LA PROVA DI PIEGAMENTO

La prova di piegamento e di raddrizzamento deve essere eseguita alla temperatura di  $20 \pm 5$  °C piegando la provetta a 90°, mantenendola poi per 30 minuti a  $100 \pm 10$  °C e procedendo, dopo raffreddamento in aria, al parziale raddrizzamento per almeno 20°. Dopo la prova il campione non deve presentare cricche.

### LA PROVA DI TRAZIONE

La prova a trazione per le barre è prevista dalla norma UNI EN ISO 15630-1. I campioni devono essere prelevati in contraddittorio con l'appaltatore al momento della fornitura in cantiere. Gli eventuali trattamenti di invecchiamento dei provini devono essere espressamente indicati nel rapporto di prova.

La lunghezza dei campioni delle barre per poter effettuare sia la prova di trazione sia la prova di piegamento deve essere di almeno 100 cm (consigliato 150 cm).

Riguardo alla determinazione di Agt, allungamento percentuale totale alla forza massima di trazione Fm, bisogna considerare che:

- se Agt è misurato usando un estensimetro, Agt deve essere registrato prima che il carico diminuisca più di 0,5% dal relativo valore massimo;
- se Agt è determinato con il metodo manuale, Agt deve essere calcolato con la seguente formula:

$$Agt = Ag + Rm/2000$$

Dove:

- Ag è l'allungamento percentuale non-proporzionale al carico massimo Fm
- Rm è la resistenza a trazione (N/mm<sup>2</sup>).

La misura di Ag deve essere fatta su una lunghezza della parte calibrata di 100 mm a una distanza r2 di almeno 50 mm o 2d (il più grande dei due) lontano dalla frattura. Questa misura può essere considerata come non valida se la distanza r1 fra le ganasce e la lunghezza della parte calibrata è inferiore a 20 mm o d (il più grande dei due).

La norma UNI EN 15630-1 stabilisce che in caso di contestazioni deve applicarsi il metodo manuale.

#### **3.4.4 Le caratteristiche dimensionali e di impiego**

L'acciaio per cemento armato è generalmente prodotto in stabilimento sotto forma di barre o rotoli, reti o tralicci, per utilizzo diretto o come elementi di base per successive trasformazioni (paragrafo 11.3.2.4 Nuove norme tecniche).

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

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

La marcatura dei prodotti deve consentirne l'identificazione e la rintracciabilità.

La documentazione di accompagnamento delle forniture deve rispettare le prescrizioni stabilite dalle Norme tecniche, in particolare è necessaria per quei prodotti per i quali non sussiste l'obbligo della marcatura CE.

Le barre sono caratterizzate dal diametro  $\phi$  della barra tonda liscia equipesante, calcolato nell'ipotesi che la densità dell'acciaio sia pari a 7,85 kg/dm<sup>3</sup>.

I diametri di impiego per gli acciai B450C e B450A, in barre e in rotoli, sono riportati nelle tabelle seguenti.

Acciaio in barre	Diametro $\phi$ (mm)
B450C	$6 \leq \phi \leq 40$
B450A	$5 \leq \phi \leq 10$

**Tabella 14: Diametri di impiego per gli acciai B450C e B450A in barre**

Acciaio in rotoli	Diametro $\phi$ (mm)
B450C	$6 \leq \phi \leq 16$
B450A	$5 \leq \phi \leq 10$

**Tabella 15: Diametri di impiego per gli acciai B450C e B450A in rotoli**

#### **La sagomatura e l'impiego**

Le Nuove norme tecniche stabiliscono che la sagomatura e/o l'assemblaggio dei prodotti possono avvenire (paragrafo 11.3.2.4 Nuove norme tecniche):

- in cantiere, sotto la vigilanza della direzione dei lavori;
- in centri di trasformazione, solo se dotati dei requisiti previsti.

Nel primo caso, per cantiere si intende esplicitamente l'area recintata del cantiere, all'interno della quale il costruttore e la direzione dei lavori sono responsabili dell'approvvigionamento e lavorazione dei materiali, secondo le competenze e responsabilità che la legge da sempre attribuisce a ciascuno.

Al di fuori dell'area di cantiere, tutte le lavorazioni di sagomatura e/o assemblaggio devono avvenire esclusivamente in centri di trasformazione provvisti dei requisiti indicati dalle Nuove norme tecniche.

#### **Le reti e i tralicci elettrosaldati**

Gli acciai delle reti e dei tralicci elettrosaldati devono essere saldabili. L'interasse delle barre non deve superare i 330 mm.

I tralicci sono dei componenti reticolari composti con barre e assemblati mediante saldature.

Per le reti e i tralicci in acciaio (B450C o B450A), gli elementi base devono avere diametro come riportato nella tabella seguente.



Acciaio tipo	Diametro $\phi$ degli elementi base
B450C	$6 \text{ mm} \leq \phi \leq 16 \text{ mm}$
B450A	$5 \text{ mm} \leq \phi \leq 10 \text{ mm}$

**Tabella 16: Diametro degli elementi base per le reti e i tralicci in acciaio B450C e B450A**

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

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

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

Nel caso di reti e tralicci formati con elementi base prodotti in altro stabilimento, questi ultimi possono essere costituiti da acciai provvisti di specifica qualificazione o da elementi semilavorati quando il produttore, nel proprio processo di lavorazione, conferisca al semilavorato le caratteristiche meccaniche finali richieste dalla norma.

In ogni caso, il produttore dovrà procedere alla qualificazione del prodotto finito, rete o traliccio.

#### LA MARCHIATURA DI IDENTIFICAZIONE

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

La marchiatura di identificazione può essere anche costituita da sigilli o etichettature metalliche indelebili con indicati tutti i dati necessari per la corretta identificazione del prodotto, ovvero da marchiatura supplementare indelebile. In ogni caso, la marchiatura deve essere identificabile in modo permanente anche dopo l'annegamento nel calcestruzzo della rete o del traliccio elettrosaldato.

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

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

### 3.4.5 La saldabilità

L'analisi chimica effettuata su colata e l'eventuale analisi chimica di controllo effettuata sul prodotto finito deve soddisfare le limitazioni riportate nella tabella seguente, dove il calcolo del carbonio equivalente  $C_{eq}$  è effettuato con la seguente formula:

$$C_{eq} = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr + Mo + V}{5} + \frac{Ni + Cu}{15}$$

in cui i simboli chimici denotano il contenuto degli elementi stessi espresso in percentuale.

È possibile eccedere il valore massimo di C dello 0,03% in massa, a patto che il valore del  $C_{eq}$  venga ridotto dello 0,02% in massa.

Contenuti di azoto più elevati sono consentiti in presenza di una sufficiente quantità di elementi che fissano l'azoto stesso.

Elemento	Simbolo	Analisi di prodotto	Analisi di colata
Carbonio	C	0,24	0,22
Fosforo	P	0,055	0,050
Zolfo	S	0,055	0,050
Rame	Cu	0,85	0,80
Azoto	N	0,013	0,012
Carbonio equivalente	$C_{eq}$	0,52	0,50

**Tabella 17: Massimo contenuto di elementi chimici in percentuale (%)**

### 3.4.6 Le tolleranze dimensionali

La deviazione ammissibile per la massa nominale dei diametri degli elementi d'acciaio deve rispettare le tolleranze riportate nella tabella seguente.

Diametro nominale (mm)	$5 \leq \phi \leq 8$	$8 < \phi \leq 40$
Tolleranza in % sulla sezione ammessa per l'impiego	$\pm 6$	$\pm 4,5$

**Tabella 18: Deviazione ammissibile per la massa nominale**

### 3.4.7 Le procedure di controllo per acciai da cemento armato ordinario, barre e rotoli

Le prove di qualificazione e di verifica periodica, di cui ai successivi punti, devono essere ripetute per ogni prodotto avente caratteristiche differenti o realizzato con processi produttivi differenti, anche se provenienti dallo stesso stabilimento.

I rotoli devono essere soggetti a qualificazione separata dalla produzione in barre e dotati di marchiatura differenziata.

#### Le prove di qualificazione

Il laboratorio ufficiale prove incaricato deve effettuare, senza preavviso, presso lo stabilimento di produzione, il prelievo di una serie di 75 saggi, ricavati da tre diverse colate o lotti di produzione, 25 per ogni colata o lotto di produzione, scelti su tre diversi diametri opportunamente differenziati, nell'ambito della gamma prodotta.

Il prelievo deve essere effettuato su tutti i prodotti che portano il marchio depositato in Italia, indipendentemente dall'etichettatura o dalla destinazione specifica.

Sui campioni devono essere determinati, a cura del laboratorio ufficiale incaricato, i valori delle tensioni di snervamento e rottura  $f_y$  e  $f_t$ , l'allungamento  $A_{gt}$  ed effettuate le prove di piegamento.

### **Le prove periodiche di verifica della qualità**

Ai fini della verifica della qualità, il laboratorio incaricato deve effettuare controlli saltuari, ad intervalli non superiori a tre mesi, prelevando tre serie di cinque campioni, costituite ognuna da cinque barre di uno stesso diametro, scelte con le medesime modalità contemplate nelle prove a carattere statistico, e provenienti da una stessa colata.

Il prelievo deve essere effettuato su tutti i prodotti che portano il marchio depositato in Italia, indipendentemente dall'etichettatura o dalla destinazione specifica. Su tali serie il laboratorio ufficiale deve effettuare le prove di resistenza e di duttilità. I corrispondenti risultati delle prove di snervamento e di rottura vengono introdotti nelle precedenti espressioni, le quali vengono sempre riferite a cinque serie di cinque saggi, facenti parte dello stesso gruppo di diametri, da aggiornarsi ad ogni prelievo, aggiungendo la nuova serie ed eliminando la prima in ordine di tempo. I nuovi valori delle medie e degli scarti quadratici così ottenuti vengono quindi utilizzati per la determinazione delle nuove tensioni caratteristiche, sostitutive delle precedenti (ponendo  $n = 25$ ). Se i valori caratteristici riscontrati risultano inferiori ai minimi per gli acciai B450C e B450A, il laboratorio incaricato deve darne comunicazione al servizio tecnico centrale e ripetere le prove di qualificazione solo dopo che il produttore ha eliminato le cause che hanno dato luogo al risultato insoddisfacente. Qualora uno dei campioni sottoposti a prova di verifica della qualità non soddisfi i requisiti di duttilità per gli acciai B450C e B450A, il prelievo relativo al diametro di cui trattasi deve essere ripetuto. Il nuovo prelievo sostituisce quello precedente a tutti gli effetti. Un ulteriore risultato negativo comporta la ripetizione della qualificazione.

Le tolleranze dimensionali devono essere riferite alla media delle misure effettuate su tutti i saggi di ciascuna colata o lotto di produzione.

Su almeno un saggio per colata o lotto di produzione è calcolato il valore dell'area relativa di nervatura o di dentellatura.

Intervallo di prelievo	Prelievo	Provenienza
$\leq 1$ mese	3 serie di 5 campioni 1 serie = 5 barre di uno stesso diametro	Stessa colata

**Tabella 19: Verifica di qualità per ciascuno dei gruppi di diametri**

Intervallo di prelievo	Prelievo	Provenienza
$\leq 1$ mese	15 saggi prelevati da 3 diverse colate: - 5 saggi per colata o lotto di produzione indipendentemente dal diametro	Stessa colata o lotto di produzione

**Tabella 20: Verifica di qualità non per gruppi di diametri**

### **La verifica delle tolleranze dimensionali per colata o lotto di produzione**

Ai fini del controllo di qualità, le tolleranze dimensionali di cui alla tabella precedente devono essere riferite alla media delle misure effettuate su tutti i saggi di ciascuna colata o lotto di produzione.

Qualora la tolleranza sulla sezione superi il  $\pm 2\%$ , il rapporto di prova di verifica deve riportare i diametri medi effettivi.

#### **La facoltatività dei controlli su singole colate o lotti di produzione**

I produttori già qualificati possono richiedere, di loro iniziativa, di sottoporsi a controlli su singole colate o lotti di produzione, eseguiti a cura di un laboratorio ufficiale prove. Le colate o lotti di produzione sottoposti a controllo devono essere cronologicamente ordinati nel quadro della produzione globale. I controlli consistono nel prelievo, per ogni colata e lotto di produzione e per ciascun gruppo di diametri da essi ricavato, di un numero  $n$  di saggi, non inferiore a dieci, sui quali si effettuano le prove di verifica di qualità per gli acciai in barre, reti e tralicci elettrosaldati. Le tensioni caratteristiche di snervamento e rottura devono essere calcolate con le espressioni per i controlli sistematici in stabilimento per gli acciai in barre e rotoli.

#### **I controlli nei centri di trasformazione**

I controlli nei centri di trasformazione sono obbligatori e devono essere effettuati:

- in caso di utilizzo di barre, su ciascuna fornitura o comunque ogni 90 t;
- in caso di utilizzo di rotoli, ogni dieci rotoli impiegati.

Qualora non si raggiungano le quantità sopra riportate, in ogni caso deve essere effettuato almeno un controllo per ogni giorno di lavorazione.

Ciascun controllo deve essere costituito da tre spezzoni di uno stesso diametro per ciascuna fornitura, 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 alle eventuali forniture provenienti da altri stabilimenti.

I controlli devono consistere in prove di trazione e piegamento e devono essere eseguiti dopo il raddrizzamento.

In caso di utilizzo di rotoli deve altresì essere effettuata, con frequenza almeno mensile, la verifica dell'area relativa di nervatura o di dentellatura, secondo il metodo geometrico di cui alla norma UNI EN ISO 15630-1.

Tutte le prove suddette devono essere eseguite dopo le lavorazioni e le piegature atte a dare a esse le forme volute per il particolare tipo di impiego previsto.

Le prove di cui sopra devono essere eseguite e certificate dai laboratori ufficiali prove.

Il direttore tecnico di stabilimento curerà la registrazione di tutti i risultati delle prove di controllo interno su apposito registro, di cui dovrà essere consentita la visione a quanti ne abbiano titolo.

#### **I controlli di accettazione in cantiere**

I controlli di accettazione in cantiere sono obbligatori, devono essere effettuati dal direttore dei lavori entro 30 giorni dalla data di consegna del materiale e devono essere campionati, nell'ambito di ciascun lotto di spedizione, con le medesime modalità contemplate nelle prove a carattere statistico, in ragione di tre spezzoni marchiatati e di uno stesso diametro scelto entro ciascun lotto, sempre che il marchio e la documentazione di accompagnamento dimostrino la provenienza del

materiale da uno stesso stabilimento. In caso contrario, i controlli devono essere estesi ai lotti provenienti da altri stabilimenti.

I valori di resistenza e allungamento di ciascun campione da eseguirsi comunque prima della messa in opera del prodotto riferiti a uno stesso diametro devono essere compresi fra i valori massimi e minimi riportati nella tabella. Questi limiti tengono conto della dispersione dei dati e delle variazioni che possono intervenire tra diverse apparecchiature e modalità di prova.

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

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

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

Se i criteri sopra riportati non sono soddisfatti, 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 ufficiale.

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

Caratteristica	Valore limite	Note
$f_y$ minimo	425 N/mm <sup>2</sup>	(450 - 25) N/mm <sup>2</sup>
$f_y$ massimo	572 N/mm <sup>2</sup>	[450 · (1,25 + 0,02)] N/mm <sup>2</sup>
$A_{gt}$ minimo	≥ 6,0%	Per acciai B450C
$A_{gt}$ minimo	≥ 2,0%	Per acciai B450A
Rottura/snervamento	$1,13 \leq f_t/f_y \leq 1,37$	Per acciai B450C
Rottura/snervamento	$f_t/f_y \geq 1,03$	Per acciai B450A
Piegamento/raddrizzamento	Assenza di cricche	Per tutti

**Tabella 21: Valori di resistenza e di allungamento accettabili**

### **Il prelievo dei campioni e la domanda al laboratorio prove**

Il prelievo dei campioni di barre d'armatura deve essere effettuato a cura del direttore dei lavori o di un tecnico di sua fiducia che deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i campioni inviati per le prove al laboratorio ufficiale prove incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati.

Qualora la fornitura di elementi sagomati o assemblati provenga da un centro di trasformazione, il direttore dei lavori, dopo essersi accertato preliminarmente che il suddetto centro di

trasformazione sia in possesso di tutti i requisiti previsti dalle Nuove norme tecniche, può recarsi presso il medesimo centro di trasformazione ed effettuare in stabilimento tutti i necessari controlli. In tal caso, il prelievo dei campioni deve essere effettuato dal direttore tecnico del centro di trasformazione secondo le disposizioni del direttore dei lavori. Quest'ultimo deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i campioni inviati per le prove al laboratorio ufficiale incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati, nonché sottoscrivere la relativa richiesta di prove.

La domanda di prove al laboratorio ufficiale autorizzato deve essere sottoscritta dal direttore dei lavori e deve contenere indicazioni sulle strutture interessate da ciascun prelievo.

In caso di mancata sottoscrizione della richiesta di prove da parte del direttore dei lavori, le certificazioni emesse dal laboratorio non possono assumere valenza ai sensi delle norme tecniche e di ciò deve essere fatta esplicita menzione sul certificato stesso.

### **3.5 Elementi strutturali composti di acciaio e calcestruzzo**

#### **3.5.1 Generalità**

Le strutture composte sono costituite da parti realizzate in acciaio per carpenteria e da parti realizzate in calcestruzzo armato (normale o precompresso) rese collaboranti fra loro con un sistema di connessione appropriatamente dimensionato.

#### **3.5.2 Acciaio**

Per le caratteristiche degli acciai (strutturali, da lamiera grecata e da armatura) utilizzati nelle strutture composte di acciaio e calcestruzzo si deve fare riferimento al paragrafo 11.3 delle Nuove norme tecniche per le costruzioni.

Le prescrizioni generali relative alle saldature, di cui al suddetto paragrafo 11.3 delle Norme tecniche per le costruzioni, si applicano integralmente. Particolari cautele dovranno adottarsi nella messa a punto dei procedimenti di saldatura degli acciai con resistenza migliorata alla corrosione atmosferica (per i quali può farsi utile riferimento alla norma UNI EN 10025-5).

Per le procedure di saldatura dei connettori e il relativo controllo si può fare riferimento a normative consolidate.

Nel caso si utilizzino connettori a piolo, l'acciaio deve rispettare le prescrizioni di cui al paragrafo 11.3.4.7 delle Nuove norme tecniche per le costruzioni.

#### **3.5.3 Calcestruzzo**

Le caratteristiche meccaniche del calcestruzzo devono risultare da prove eseguite in conformità alle indicazioni delle presenti norme sulle strutture di cemento armato ordinario o precompresso. Nei calcoli statici non può essere considerata né una classe di resistenza del calcestruzzo inferiore a C20/25 né una classe di resistenza superiore a C60/75. Per i calcestruzzi con aggregati leggeri, la cui densità non può essere inferiore a 1800 kg/m<sup>3</sup>, le classi limite sono LC20/22 e LC55/60.

Per classi di resistenza del calcestruzzo superiori a C45/55 e LC40/44 si richiede che prima dell'inizio dei lavori venga eseguito uno studio adeguato e che la produzione segua specifiche procedure per il controllo qualità.

Qualora si preveda l'utilizzo di calcestruzzi con aggregati leggeri, bisogna considerare che i valori del modulo di elasticità e dei coefficienti di viscosità, ritiro e dilatazione termica, dipendono dalle proprietà degli aggregati utilizzati. Pertanto, i valori da utilizzare sono scelti in base alle proprietà del materiale specifico.

### 3.6 Legnami da lavoro e derivati del legno

Il legname, per qualunque lavoro sia destinato, sarà della migliore qualità, a fibra dritta, compatta, omogenea e priva di nodi e di alburno, esente da carie, spaccature, tarli e da qualsiasi altro difetto. Quello da impiegarsi fuori acqua dovrà essere sufficientemente stagionato (almeno due anni dal taglio), e quello da impiegarsi in acqua e da infiggere nel terreno dovrà essere fresco di taglio.

Tutto il legname dovrà essere della qualità, forma e misura che verranno prescritte.

Quanto alla lavorazione, il legname sarà distinto in tre categorie:

1. Legname grossolanamente squadrato
2. Legname squadrato
3. Legname a spigolo vivo

Per legnami grossolanamente squadrati si intendono i tronchi d'albero scortecciati in tutta la loro lunghezza, conguagliati alla loro superficie, privati dei nodi, ridotti a squadra con l'ascia per un terzo almeno della loro lunghezza. Legnami squadrati sono quelli lavorati a sega ed in modo da non presentare smussi sugli spigoli la cui lunghezza sia maggiore del terzo del più piccolo lato del pezzo.

Legnami squadrati a filo vivo sono quelli che, ridotti a sezione quadrata o rettangolare, siano anche segati in modo che le facce risultino perfettamente piane e senza alcuna smussatura agli spigoli.

Gli intagli che occorresse eseguire sui suddetti legnami saranno fatti con la massima accuratezza, per ottenere un esatto combaciamento dei pezzi che si devono unire.

In legnami in genere dovranno corrispondere ai requisiti di cui al D.M. 30 ottobre 1912.

### 3.7 Materiali metallici

I materiali e le leghe metalliche da impiegare devono essere esenti da scaglie, soffiature, bruciature, paglie e da qualsiasi altro difetto di fusione, laminazione, trafilatura e simili, apparente o latente.

Per gli acciai per cemento armato e per strutture metalliche valgono le "Norme tecniche alle quali devono uniformarsi le costruzioni in conglomerato cementizio, normale e precompresso ed a struttura metallica" emanate con il D.M. di cui alla L.1086 del 5/11/1971. Saranno esenti da scorie, soffiature, saldature o da qualsiasi altro difetto.

Essi dovranno rispondere alle caratteristiche meccaniche previste dal DM 17 gennaio 2018, pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n. 42 del 10 febbraio 2018 - con cui è stato approvato lo AGGIORNAMENTO NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI.

### 3.8 Pietre naturali

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

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

### 3.9 Materiali per le opere di ingegneria naturalistica

#### 3.9.1 Terra agraria

Le caratteristiche della terra agraria di provenienza esterna dovranno essere adatte alla natura dell'opera e tener conto delle condizioni locali, comunque a reazione chimica neutra.

La terra utilizzata dovrà permettere uno sviluppo normale delle piante e del prato (sufficiente percentuale di elementi nutritivi assimilabili, mancanza di sostanze fitotossiche) e, salvo diverse prescrizioni della D.L., essere omogenea.

In particolare:

- per la formazione di prato la terra dovrà avere le seguenti qualità:
  - essere permeabile;
  - essere poco sensibile al compattamento dovuto alla frequentazione del terreno;
  - non deformarsi sotto il piede, anche in condizione di forte umidità;
  - non contenere, nei primi centimetri della superficie, ciottoli o pietre di diametro superiore a 1 cm.

L' idoneità all'impiego delle terre agrarie dovrà essere valutata in base ai risultati delle preventive analisi fisiche e chimiche fatte in laboratorio. **A tal fine si sottolinea che le terre impiegate dovranno essere del tutto prive di componente amiantifera per i restanti componenti si dovrà garantire il rispetto dei limiti stabiliti dalla Tabella 1, colonna A, dell'Allegato 5, titolo V al D. Lgs. 03/04/2006 n° 152 relativa ai requisiti di qualità di suoli e sottosuoli destinati ad uso verde pubblico-ricreativo .** In particolare nel caso di contestazione o di dubbio circa le caratteristiche della terra di cui si proporrà l'impiego, ci si dovrà riferire ai risultati di dette analisi.

La terra agraria, che non proverrà da zone dell'area di cantiere, dovrà essere fornita e messa in opera prelevandola da depositi o cave, opportunamente scelti.

Se non sarà precisato dalla D.L. la profondità di prelevamento della terra agraria, non potrà superare i 30 cm, a meno che le analisi di laboratorio dimostrino che le qualità fisico-chimiche



della terra più profonda sono soddisfacenti o correggibili attraverso l'applicazione di fertilizzanti e ricreando condizioni adatte allo sviluppo della vita biologica.

Prima del prelievo e della fornitura della terra la D.L. si riserverà il diritto di richiedere certificati di idoneità del materiale rilasciato da laboratori di chimica agraria riconosciuti, a seguito di analisi su campioni prelevati in contraddittorio

### **3.9.2 Concimi**

I concimi minerali semplici e complessi, usati per concimazioni di fondo o in copertura, dovranno essere di marca nota sul mercato nazionale, avere titolo dichiarato e, in caso di concimi complessi, con un rapporto azoto-fosforo-potassio precisato.

I fertilizzanti organici (letame, residui organici vari, ecc.) dovranno essere forniti o raccolti solo presso fornitori o luoghi autorizzati dalla D.L. che si riserverà comunque la facoltà di richiedere le opportune analisi.

Nel caso di fornitura i concimi dovranno essere consegnati negli involucri originali di fabbrica.

### **3.9.3 Compost**

Il compost dovrà provenire da impianti di compostaggio e dovrà avere le opportune certificazioni di legge. Dovrà essere privo di elementi inquinanti sia chimici che fisici (schegge, parti metalliche, plastiche, vetro ecc). Dovrà essere maturo e in tempera, stabilizzato, con tessitura a grana fine e omogenea.

Potrà essere fornito solo previa autorizzazione della D.L. che si riserverà comunque la facoltà di richiedere le opportune analisi.

### **3.9.4 Materiale vegetale proveniente dai vivai**

Dovrà pervenire da uno o più vivai, che dovranno essere indicati nell'offerta di appalto dall'Appaltatore ed accettati dalla D.L., la quale si riserverà la facoltà di effettuare visite per scegliere le piante di migliore aspetto e portamento e di scartare quelle che riterrà inadatte ai lavori.

Le piante fornite dovranno essere esenti da malattie, attacchi parassitari (in corso o passati) e deformazioni nonché corrispondere per genere, specie, cultivar e dimensioni a quanto prescritto nelle relative voci di tariffa; dovranno inoltre essere etichettate con cartellini in materiale plastico ove sia riportato in modo leggibile ed indelebile il nome botanico (genere, specie, cultivar).

Particolare cura dovrà essere posta durante il trasporto e la messa a dimora delle piante, al fine di evitare di procurare loro ferite, traumi, essiccamenti, ecc.

La messa a dimora delle piantine dovrà essere effettuata nel periodo del riposo vegetativo (autunno-inverno).

Per quanto concerne le zolle erbose, queste dovranno essere poste a dimora durante il periodo vegetativo (primavera-estate) e collocate su di un sottile strato di terreno.

### **Alberi**

Dovranno avere la parte aerea a portamento e forma regolari, simile agli esemplari cresciuti spontaneamente, a sviluppo robusto, non filato, che non dimostri una crescita troppo rapida a

seguito di crescita con eccessiva densità di coltivazione in vivaio, in terreno troppo irrigato o concimato.

Il diametro del fusto indicato nelle voci di tariffa andrà misurato ad 1 m dal colletto.

L'apparato radicale, che dovrà essere ricco di piccole ramificazioni e di radici capillari sane, sarà racchiuso in contenitore (vaso, cassa, mastello) con relativa terra di coltura o in zolla rivestita (paglia, plan plast, juta, rete metallica, fitocella).

#### **Arbusti**

Trattasi di piante legnose ramificate a partire dal suolo, che dovranno essere consegnate con chioma equilibrata ed uniforme con almeno 3 ramificazioni aeree, a portamento non filato e con un apparato radicale ricco di piccole ramificazioni e di radici capillari sane, racchiuso in contenitori o zolle del tipo già indicato per gli alberi.

#### **Sementi**

L'appaltatore dovrà fornire sementi di ottima qualità, del genere e specie richiesti, nelle confezioni originali sigillate con certificato di identità con indicazione del grado di purezza, di germinabilità e della data di scadenza del seme stabilita dalle leggi vigenti.

Non saranno ammesse partite di seme con valore reale inferiore al 20% rispetto a quello dichiarato, nel qual caso l'Appaltatore dovrà sostituirle con altre che risponderanno ai requisiti richiesti.

Il miscuglio delle sementi di specie diverse, secondo le esigenze progettuali, qualora non disponibile in commercio, andrà effettuata alla presenza della D.L..

#### **3.9.5 Talee di specie arbustive ed arboree**

La talea è un segmento di fusto separato dalla pianta madre capace di produrre radici avventizie e di generare così un altro esemplare, a volte con sviluppi considerevoli ed in breve tempo; questa capacità è insita in diverse specie quali: salici, pioppi, noccioli, ecc.

Le talee dovranno risultare indenni da traumi meccanici o parassitari.

Per le talee si provvederà a facilitare l'emissione delle radici con una parziale asportazione o incisione della corteccia basale, oppure con uno schiacciamento del pezzo prelevato sempre sulla parte basale; per la successiva messa a dimora occorrerà rispettare la polarità delle talee prelevate.

L'epoca del taglio e dell'utilizzo delle talee è legata al periodo di riposo vegetativo delle diverse specie, e quindi, a quello autunnale-primaverile.

Tutte le talee, per poter radicare e svilupparsi, dovranno essere dotate di gemme laterali.

Le talee dovranno essere poste preferibilmente orizzontalmente, in quanto producono una maggiore massa di radici, a differenza di quelle poste in senso verticale.

Per la piantagione nelle fessure le talee vanno poste verticalmente e conficcate nel terreno in modo tale che arrivino 30 cm al di sotto della superficie e tagliate in modo che sporgano dal terreno soltanto di pochi centimetri per evitarne il disseccamento.

- Talea piccola: fusto legnoso di 20-50 cm di lunghezza ed di un diametro di 1-3cm.

- Talea grossa: fusto legnoso di 50-100 cm di lunghezza ed un diametro di 3-10 cm.
- Astone: fusto legnoso di 1-3 m di lunghezza ed un diametro di 4-15 cm.
- Ramaglia: rami dai quali non vengono eliminate le ramificazioni secondarie.
- Rizomi e radici: parti di organi sotterranei di riserva, in prevalenza eliofite, capaci di produrre nuove piante.
- Piote erbose (zolle): insieme compatto di radici e fusti erbacei, di origine naturale o prodotti in vivaio; vengono commercializzati in elementi di dimensioni variabili, hanno uno spessore di 1-5 cm ed un peso di 20-30 kg/mq.

Con le talee si realizzano alcune tra le tipologie di consolidamento del terreno più importanti, quali:

- la viminata: talee intrecciate tra paletti;
- la fascinata: rami lunghi e raccolti a mazzi, di lunghezza > 1 m; si realizzano consolidamenti di pendici soggette ad erosione, nonché drenaggi;
- la difesa spondale con ramaglia: fasci di rami stesi in una nicchia di erosione di una sponda fluviale e trattenuti da pali di legno;
- il rinverdimento dei manufatti quali: gabbioni, scogliere, muri di sostegno;
- la palificata viva con talee;
- la grata in legname con talee ed arbusti
- la siepe viva: messa a dimora di talee e piantine di arbusti lungo le curve di livello di una banchina con profondità di 50-100 cm.;
- protezione di drenaggi e canalette di sgrondo dell'acqua.

### **3.9.6 Legnami per opere di ingegneria naturalistica**

Il legname, per opere di ingegneria naturalistica sarà di castagno o larice della migliore qualità, a fibra dritta, compatta, omogenea e priva di nodi e di alborno, esente da carie, spaccature, tarli e da qualsiasi altro difetto.

Quello da impiegarsi fuori acqua dovrà essere sufficientemente stagionato (almeno due anni dal taglio), e quello da impiegarsi in acqua e da infiggere nel terreno dovrà essere fresco di taglio.

Tutto il legname dovrà essere della qualità, forma e misura che verranno prescritte.

Gli intagli che occorresse eseguire sui suddetti legnami saranno fatti con la massima accuratezza, per ottenere un esatto combaciamento dei pezzi che si devono unire.

### **3.10 Geogriglie**

Le geogriglie biorientate o monorientate saranno costituite da polimeri aventi alta resistenza meccanica e notevole inerzia chimica, fisica e biologica, e stabilizzati all'azione dei raggi U.V. Inoltre dovranno essere costituite da una struttura piana monolitica con una distribuzione regolare di aperture rettangolari che individuano fili longitudinali e trasversali. La scelta della geogriglia biorientata o monorientata di rinforzo varierà in funzione dell'altezza del manufatto da realizzare

e delle caratteristiche geomeccaniche delle terre da utilizzare; in tutti i casi, le caratteristiche tecniche delle geogriglie saranno le seguenti:

Geogriglie biorientate

- POLIMERO (ASTM D1248): poliestere, polietilene o polipropilene estruso e stirato longitudinalmente
- RESISTENZA A TRAZIONE LONGITUDINALE E TRASVERSALE: 100 kN/m
- ALLUNGAMENTO A CARICO MAX: non superiore a 12%;
- RESISTENZA A TRAZIONE AL 2% DI ALLUNGAMENTO: 25 kN/m
- RESISTENZA A TRAZIONE AL 5% DI ALLUNGAMENTO: 40 kN/m

Geogriglie monorientate

- POLIMERO (ASTM D1248): poliestere, polietilene o polipropilene estruso e stirato longitudinalmente
- RESISTENZA MASSIMA A TRAZIONE: 100 kN/m
- ALLUNGAMENTO A CARICO MAX: non superiore a 12%;
- RESISTENZA A TRAZIONE AL 2% DI ALLUNGAMENTO: 30 kN/m
- RESISTENZA A TRAZIONE AL 5% DI ALLUNGAMENTO: 58 kN/m

Le geogriglie devono essere certificate per l'impiego come rinforzo del terreno dall'I.T.C. (Istituto per le Tecnologie della Costruzione). Le geogriglie devono avere il marchio, in conformità alle norme EN 13249, EN 13250, EN 13251, EN 13254, rilasciato dalla TBU German Notified Body o altro organismo accreditato. Secondo le Direttive Europee la marchiatura CE è obbligatoria per la commercializzazione dei prodotti geosintetici all'interno della Comunità Europea

### 3.11 Geosintetici

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

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

#### **Caratteristiche dei materiali**

Il geotessile sarà composto da fibre sintetiche in poliestere o in polipropilene, in filamenti continui, coesionate mediante agugliatura meccanica senza impiego di collanti o trattamenti termici, o aggiunta di componenti chimici. I teli saranno forniti in rotoli di altezza non inferiore a 5,0 metri. In relazione alle esigenze esecutive ed alle caratteristiche del lavoro, verranno posti in opera geotessili di peso non inferiore a 230 g/m<sup>2</sup> per funzione di protezione drenaggi e non superiore a 400 g/m<sup>2</sup>, per impieghi di rinforzo stradale. In funzione del peso unitario, i geotessili in propilene dovranno presentare le seguenti caratteristiche:

peso unitario (g/m <sup>2</sup> )	spessore a 2 kPa (mm)	resistenza a trazione (kN/m)	allungamento a rottura (%)
≥ 230	≥ 1,15	≥ 50	≥ 11
≤ 400	≥ 1,15	≥ 75	≥ 13

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

I teli srotolati sul terreno verranno posti in opera mediante cucitura sul bordo fra telo e telo, o con sovrapposizione non inferiore a 30 cm. Il fissaggio sul piano di posa sarà effettuato in corrispondenza dei bordi longitudinali e trasversali con infissione di picchetti di legno della lunghezza di 1,50 metri, a distanza di 1 metro. Per i tappeti da porre in opera in acqua, L'Impresa dovrà impiegare apposito mezzo natante e saranno a suo carico gli oneri per il materiale di zavoratura.

### **Prove di accettazione e controllo**

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

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

## **3.12 Geomembrane impermeabili**

### **Generalità**

Le geomembrane impermeabili saranno utilizzate laddove risulti necessario impedire un moto di filtrazione. Le geomembrane andranno posate dove espressamente indicato dai disegni di progetto o dall'Ufficio di Direzione Lavori.

### **Caratteristiche dei materiali**

La geomembrana impermeabile sarà costituita da una armatura in geotessile tessuto in HDPE laminata più volte con un film in LDPE, stabilizzato ai raggi U.V.. La geomembrana dovrà essere imputrescibile ed atossica e dovrà presentare le seguenti caratteristiche:

- grammatura (DIN 53854):  $\geq 2,8 \text{ N/m}^2$  (0,28 kgf/m<sup>2</sup>);

- spessore (DIN 53855):  $\leq 0,45$  mm
- resistenza a trazione longitudinale (DIN 53857):  $\geq 24$  kN/m (2400 kgf/m)
- resistenza a trazione trasversale (DIN 53857):  $\geq 24$  kN/m (2400 kgf/m)
- allungamento a rottura longitudinale (DIN 53857):  $\leq 20\%$
- allungamento a rottura trasversale (DIN 53857):  $\leq 20\%$
- resistenza a lacerazione in senso longitudinale (ASTM D 4533-85):  $\geq 180$  N (18 kgf)
- resistenza a lacerazione in senso trasversale (ASTM D 4533-85):  $\geq 180$  N (18 kgf)
- penetrazione del cono (EMPA):  $\leq 20$  mm
- resistenza alla prova CBR (DIN 54307 A):  $\geq 3$  kN (300 kgf)

La geomembrana bentonitica sarà composta da due geotessili agugliati tra loro con interposta bentonite sodica naturale. La geomembrana dovrà essere imputrescibile ed atossica e dovrà presentare le seguenti caratteristiche

Geotessile superiore Natura Non tessuto PP Massa areica  $220 \text{ g/m}^2$  Geotessile superiore Natura Tessuto PP Massa areica  $115 \text{ g/m}^2$  BENTONITE Natura Sodica naturale in polvere Contenuto di montmorillonite (metodo XRD)  $>90\%$  Indice di rigonfiamento (ASTM D5890)  $27 \text{ ml/2g}$  Perdita di liquido (ASTM D5891)  $< 30\%$  Resistenza a trazione, CMD (EN ISO 10319)  $12,5 \text{ kN/m}$  ( $-0,5 \text{ kN/m}$ ) Deformazione a carico massimo, CMD (EN ISO 10319)

Geotessile superiore: Non tessuto PP Massa areica  $\geq 220 \text{ g/m}^2$

Geotessile superiore: Tessuto PP Massa areica  $\geq 115 \text{ g/m}^2$

BENTONITE: Sodica naturale in polvere

Contenuto di montmorillonite (metodo XRD)  $>90\%$

Indice di rigonfiamento (ASTM D5890)  $27 \text{ ml/2g}$

Perdita di liquido (ASTM D5891)  $<18 \text{ ml}$

GEOMEMBRANA

Massa areica della bentonite (EN 14196)  $\text{g/m}^2$  ( $-100 \text{ g/m}^2$ ) al 12% umidità

Coefficiente di permeabilità (ASTM D5887)  $1\text{E}-11 \text{ m/s}$  ( $+7,5\text{E}-11\text{m/s}$ )

Portata idraulica per unità di superficie (ASTM 5887)  $5\text{E}-9 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{s}$  ( $+0,5\text{E}-9 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{s}$ )

Resistenza a trazione, MD (EN ISO 10319)  $12,5 \text{ kN/m}$  ( $-0,5 \text{ kN/m}$ )

Deformazione a carico massimo, MD (EN ISO 10319)  $< 30\%$

Resistenza a trazione, CMD (EN ISO 10319)  $12,5 \text{ kN/m}$  ( $-0,5 \text{ kN/m}$ )

Deformazione a carico massimo, CMD (EN ISO 10319)  $<30\%$

Resistenza al punzonamento statico (EN ISO 12236)  $2000\text{N}$  ( $-50\text{N}$ )

Resistenza a spellamento, MD (ASTM D6496)  $200\text{N}$  ( $-10\text{N}$ )

Spessore (EN ISO 9863-1)  $6 \text{ mm}$

**RONDELLE DI FISSAGGIO**

Materiale Polipropilene

Dimensioni (diametro)

50 mm

**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 e dovrà essere opportunamente rullato e compattato a rendere omogenea la superficie di posa.

I teli andranno fissati perimetralmente alla struttura con apposite rondelle di fissaggio e stesi con sovrapposizione minima per almeno 10 cm per i sormonti longitudinali e 20 cm per quelli di testata, e chiodare le sovrapposizioni ogni 30 cm con l'ausilio delle apposite rondelle di fissaggio.

**Prove di accettazione e controllo**

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

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

**3.13 Georeti tridimensionali antierosione****Generalità**

Le georeti tridimensionali antierosione verranno utilizzate sulle scarpate con lo scopo di stabilizzare le sponde e di favorire l'attecchimento e lo sviluppo della vegetazione erbacea, consentendo così di ridurre l'effetto dell'azione erosiva della corrente. Le georeti andranno posate dove espressamente indicato dai disegni di progetto o dall'Ufficio di Direzione Lavori.

**Caratteristiche dei materiali**

La georete dovrà essere costituita dall'accoppiamento di una stuoia tridimensionale in nylon e da una griglia in poliestere. La stuoia dovrà essere costituita da monofilamenti in poliammide trattati al carbon black e strutturata in due parti termosaldate fra loro nei punti di contatto: la parte superiore a maglia tridimensionale con indice alveolare maggiore del 90%, la parte inferiore a maglia piatta. Il polimero di cui è composta la georete dovrà avere una temperatura di fusione  $>200^{\circ}\text{C}$  ed una densità di  $11,4 \text{ kN/m}^3$  ( $1140 \text{ kgf/m}^3$ ).

La griglia di rinforzo sarà realizzata in poliestere, mediante tessitura di fibre ad elevato modulo.

La georete dovrà presentare le seguenti caratteristiche:

- resistenza a trazione (secondo norma DIN 53857): 30 kN/m (3,000 kgf/m)
- resistenza caratteristica per una vita di 120 anni:  $\geq 20$  kN/m (2,200 kgf/m)
- spessore minimo: 15 mm
- creep dopo due anni per un carico pari al 50% della resistenza ultima a trazione:  $\leq 1\%$

La georete dovrà avere bassa infiammabilità e bassa produzione di fumo; dovrà inoltre essere imputrescibile ed atossica. Le caratteristiche meccaniche della georete dovranno essere documentate con un certificato ufficiale tipo BBA, che dovrà riportare, fra l'altro, la curva di creep e i coefficienti di sicurezza per una durata di 120 anni.

#### **Modalità esecutive**

Il terreno e le sponde di posa dovranno essere livellate e liberate da vegetazione, radici, pietre e in generale oggetti appuntiti o sporgenti. La georete dovrà essere posata nel senso della corrente con una sovrapposizione minima della georete di monte sulla georete di valle di 15 cm. I bordi liberi dovranno essere fissati con 1 picchetto per metro.

#### **Prove di accettazione e controllo**

L'Impresa, prima dell'inizio dei lavori, dovrà presentare all'Ufficio di Direzione Lavori i certificati rilasciati dal Costruttore che attestino i quantitativi acquistati dall'Impresa e la rispondenza del materiale ai requisiti sopra indicati ed alle prescrizioni progettuali. Prima dell'esecuzione dei lavori l'Ufficio di Direzione Lavori verificherà comunque la rispondenza del materiale ai requisiti prescritti, prelevando dei campioni di materiale in quantità tale da poter effettuare almeno una serie di prove di controllo ogni 500 metri quadrati di telo da posare e almeno una per quantità globale inferiore.

Se i risultati delle prove di laboratorio non rispetteranno i limiti prescritti, il materiale cui la prova si riferisce verrà scartato. Di tutte le operazioni di controllo, di prelievo e di verifica verranno redatti appositi verbali firmati in contraddittorio con l'Impresa; in mancanza di tali verbali, l'opera non potrà essere collaudata.



## **4 NORME GENERALI PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI**

### **4.1 Tracciamenti**

Successivamente all'insediamento del cantiere si dovrà operare il tracciamento topografico delle quote previste, sulla base del rilievo fornito; l'attività di tracciamento sarà condotta da personale qualificato, a cura e spese dell'Assuntore dei lavori.

### **4.2 Programma esecutivo dei lavori**

Entro cinque giorni dalla data del verbale di consegna e comunque 5 giorni prima dell'inizio dei lavori, l'appaltatore deve predisporre e consegnare alla direzione lavori un programma esecutivo dei lavori, elaborato in relazione alle proprie tecnologie, alle proprie scelte imprenditoriali e alla propria organizzazione lavorativa.

Tale programma dovrà essere coerente con i tempi contrattuali di ultimazione e deve essere approvato dalla direzione dei lavori, mediante apposizione di un visto, entro cinque giorni dalla data di ricevimento. Trascorso il predetto termine senza che la direzione dei lavori si sia pronunciata, il programma si intenderà accettato, fatte salve evidenti illogicità o indicazioni erronee palesemente incompatibili con il rispetto dei termini di ultimazione.

### **4.3 Oneri a carico dell'appaltatore. impianto del cantiere e ordine dei lavori**

#### **4.3.1 Impianto del cantiere**

L'appaltatore dovrà provvedere all'impianto del cantiere non oltre il termine di 5 giorni dalla data del verbale di consegna dei lavori.

#### **4.3.2 Vigilanza del cantiere**

Sono a carico dell'appaltatore gli oneri per la vigilanza e guardia sia diurna che notturna del cantiere, nel rispetto dei provvedimenti antimafia, e la custodia di tutti i materiali, impianti e mezzi d'opera esistenti nello stesso (siano essi di pertinenza dell'appaltatore, del committente o di altre ditte) nonché delle opere eseguite o in corso di esecuzione.

Sono altresì a carico dell'appaltatore gli oneri per la vigilanza e guardia del cantiere nei periodi di sospensione dei lavori, purché non eccedenti un quarto della durata complessiva prevista per l'esecuzione dei lavori stessi e comunque quando non superino sei mesi complessivi.

#### **4.3.3 Locale ufficio di direzione dei lavori**

Sono a carico dell'appaltatore gli oneri per la fornitura di locali uso ufficio (in muratura o prefabbricati) idoneamente rifiniti e forniti dei servizi necessari alla permanenza e al lavoro di ufficio della direzione dei lavori.

I locali saranno realizzati nel cantiere o in luogo prossimo, stabilito o accettato dalla direzione dei lavori, la quale disporrà anche il numero degli stessi e le attrezzature di dotazione.

#### **4.3.4 Ordine dell'esecuzione dei lavori**

In linea generale, l'appaltatore avrà facoltà di sviluppare i lavori nel modo a lui più conveniente per darli perfettamente compiuti nel termine contrattuale purché a giudizio della direzione dei lavori ciò non riesca pregiudizievole alla buona riuscita delle opere e agli interessi della stazione appaltante.

Questa ad ogni modo si riserva il diritto di stabilire la precedenza o il differimento di un determinato tipo di lavoro o l'esecuzione entro un congruo termine perentorio senza che l'appaltatore possa rifiutarsi o richiedere particolari compensi. In questo caso, la disposizione dell'amministrazione costituirà variante al programma dei lavori.

#### **4.3.5 Cartelli indicatori**

E' prevista a fornitura e posa in opera di 2 (due) appositi cartelli di cantiere di dimensioni cm. 200x100, da disporre all'estremità della Strada Provinciale e/o Strada già Statale, e/o Edifici, lungo cui l'APPALTATORE sta operando, recante indicazioni dell'Appalto, del finanziamento ed il nominativo dell'APPALTATORE, del Direttore Tecnico del Cantiere, del Coordinatore della Sicurezza in fase di Progettazione, del Coordinatore della Sicurezza in fase di Esecuzione, del Direttore dei Lavori della PROVINCIA, ed ogni altra informazione stabilita dalla PROVINCIA. Gli oneri per l'installazione e la rimozione di tale cartellonistica sono compensati negli Oneri di Sicurezza, secondo computo metrico allegato al Piano di Sicurezza redatto dalla PROVINCIA. Nello spazio per l'aggiornamento dei dati devono essere indicate le sospensioni e le interruzioni intervenute nei lavori, le relative motivazioni, le previsioni di ripresa e i nuovi tempi.

Tanto i cartelli quanto le armature di sostegno devono essere eseguiti con materiali di adeguata resistenza meccanica, resistenti agli agenti atmosferici, di decoroso aspetto e mantenuti in ottimo stato fino al collaudo tecnico-amministrativo dei lavori.

#### **4.3.6 Fornitura di notizie statistiche sull'andamento dei lavori**

Sono a carico dell'appaltatore gli oneri per la fornitura di notizie statistiche sull'andamento dei lavori per periodi quindicinali a decorrere dal sabato immediatamente successivo alla consegna degli stessi, come di seguito specificato:

- numero degli operai impiegati, distinti nelle varie categorie, per ciascuno dei 15 giorni, con le relative ore lavorative;
- genere di lavoro eseguito nei 15 giorni in cui non si è lavorato e cause relative.

Dette notizie devono pervenire alla direzione dei lavori non oltre il mercoledì immediatamente successivo al termine dei 15 giorni, stabilendosi una penale di 25,82 euro per ogni giorno di ritardo.

#### **4.3.7 Oneri per le pratiche amministrative**

Sono a carico dell'appaltatore gli oneri per le pratiche presso amministrazioni ed enti per permessi, licenze, concessioni, autorizzazioni per opere di presidio, occupazioni temporanee di suoli pubblici o privati, apertura di cave di prestito, uso di discariche, interruzioni provvisorie di pubblici servizi, attraversamenti, cautelamenti, trasporti speciali nonché le spese a esse relative

per tasse, diritti, indennità, canoni, cauzioni, ecc. In difetto rimane a esclusivo carico dell'appaltatore ogni eventuale multa o contravvenzione nonché il risarcimento degli eventuali danni.

#### **4.3.8 Osservanza di leggi e norme tecniche**

L'esecuzione dei lavori in appalto nel suo complesso è regolata dal presente capitolato speciale d'appalto e, per quanto non in contrasto con esso o in esso non previsto e/o specificato, valgono le norme, le disposizioni e i regolamenti appresso richiamati.

##### **TESTO UNICO EDILIZIA**

- D.P.R. 6 giugno 2001, n. 380 - Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia di edilizia.

##### **NORME TECNICHE STRUTTURALI**

- Legge 5 novembre 1971, n. 1086 - Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso e a struttura metallica;
- Legge 2 febbraio 1974, n. 64 - Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche;
- C.M. 9 gennaio 1980, n. 20049 - Legge 5 novembre 1971, n. 1086. Istruzioni relative ai controlli sul conglomerato cementizio adoperato per le strutture in cemento armato;
- D.M. 20 novembre 1987 - Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura e per il loro consolidamento;
- D.M. 11 marzo 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;
- C.M. 24 settembre 1988, n. 30483 - Legge 2 febbraio 1974, n. 64, art. 1. D.M. 11 marzo 1988. Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione. Istruzioni per l'applicazione;
- C.M. 4 gennaio 1989, n. 30787 - Istruzioni in merito alle norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo degli edifici in muratura e per il consolidamento;
- C.M. 16 marzo 1989, n. 31104 - Legge 2 febbraio 1974, n. 64, art. 1. Istruzioni in merito alle norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo delle costruzioni prefabbricate;
- D.M. 9 gennaio 1996 - Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione e il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche;
- D.M. 16 gennaio 1996 - Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche;
- D.M. 16 gennaio 1996 - Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi;

- C.M. 4 luglio 1996, n. 156 AA.GG/STC - Istruzioni per l'applicazione delle norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi, di cui al D.M. 16 gennaio 1996;
- C.M. 15 ottobre 1996, n. 252 AA.GG./S.T.C. - Istruzioni per l'applicazione delle norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione e il collaudo delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche, di cui al D.M. 9 gennaio 1996;
- C.M. 29 ottobre 1996 - Istruzioni generali per la redazione dei progetti di restauro nei beni architettonici di valore storico-artistico in zona sismica;
- C.M. 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;
- C.M. 14 dicembre 1999, n. 346/STC - Legge 5 novembre 1971, n. 1086, art. 20. Concessione ai laboratori per prove sui materiali da costruzione;
- Ord. P.C.M. 20 marzo 2003, n. 3274 - Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica;
- D.M. 14 settembre 2005 - Norme tecniche per le costruzioni;
- D.M. 17 gennaio 2018 - Approvazione Aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni;
- CIRCOLARE 21 gennaio 2019, n. 7 C.S.LL.PP. Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”» di cui al decreto ministeriale

#### PRODOTTI DA COSTRUZIONE

- D.P.R. 21 aprile 1993, n. 246 - Regolamento di attuazione della direttiva 89/106/CEE relativa ai prodotti da costruzione;
- D.M. 9 maggio 2003, n. 156 - Criteri e modalità per il rilascio dell'abilitazione degli organismi di certificazione, ispezione e prova nel settore dei prodotti da costruzione, ai sensi dell'articolo 9, comma 2, del D.P.R. 21 aprile 1993, n. 246;
- D.M. 5 marzo 2007 - Applicazione della direttiva n. 89/106/CEE sui prodotti da costruzione, recepita con decreto del Presidente della Repubblica 21 aprile 1993, n. 246, relativa alla individuazione dei prodotti e dei relativi metodi di controllo della conformità di «Isolanti termici per edilizia»;
- D.M. 5 marzo 2007 - Applicazione della direttiva n. 89/106/CEE sui prodotti da costruzione, recepita con decreto del Presidente della Repubblica 21 aprile 1993, n. 246, relativa alla individuazione dei prodotti e dei relativi metodi di controllo della conformità di «Accessori per serramenti»;
- D.M. 5 marzo 2007 - Applicazione della direttiva n. 89/106/CEE sui prodotti da costruzione, recepita con decreto del Presidente della Repubblica 21 aprile 1993, n. 246,

- relativa alla individuazione dei prodotti e dei relativi metodi di controllo della conformità dei «Sistemi fissi di estinzione incendi. Sistemi equipaggiati con tubazioni»;
- D.M. 5 marzo 2007 - Applicazione della direttiva n. 89/106/CEE sui prodotti da costruzione recepita con decreto del Presidente della Repubblica 21 aprile 1993, n. 246, relativa alla individuazione dei prodotti e dei relativi metodi di controllo della conformità di «Sistemi per il controllo di fumo e calore»;
  - D.M. 5 marzo 2007 - Applicazione della direttiva n. 89/106/CEE sui prodotti da costruzione, recepita con decreto del Presidente della Repubblica 21 aprile 1993, n. 246, relativa alla individuazione dei prodotti e dei relativi metodi di controllo della conformità dei «Sistemi di rivelazione e di segnalazione d'incendio»;
  - D.M. 5 marzo 2007 - Applicazione della direttiva n. 89/106/CEE sui prodotti da costruzione, recepita con decreto del Presidente della Repubblica 21 aprile 1993, n. 246, relativa alla individuazione dei prodotti e dei relativi metodi di controllo della conformità delle «Installazioni fisse antincendio»;
  - D.M. 5 marzo 2007 - Applicazione della direttiva n. 89/106/CEE sui prodotti da costruzione, recepita con decreto del Presidente della Repubblica 21 aprile 1993, n. 246, relativa alla individuazione dei prodotti e dei relativi metodi di controllo della conformità di «Sistemi fissi di lotta contro l'incendio. Sistemi a polvere»;
  - D.M. 5 marzo 2007 - Applicazione della direttiva n. 89/106/CEE sui prodotti da costruzione, recepita con decreto del Presidente della Repubblica 21 aprile 1993, n. 246, relativa alla individuazione dei prodotti e dei relativi metodi di controllo della conformità per gli «Impianti fissi antincendio. Componenti per sistemi a CO2»;
  - D.M. 5 marzo 2007 - Applicazione della direttiva n. 89/106/CEE sui prodotti da costruzione, recepita con decreto del Presidente della Repubblica 21 aprile 1993, n. 246, relativa alla individuazione dei prodotti e dei relativi metodi di controllo della conformità per i «Sistemi fissi di lotta contro l'incendio. Componenti di impianti di estinzione a gas»;
  - D.M. 11 aprile 2007 - Applicazione della direttiva n. 89/106/CE sui prodotti da costruzione, recepita con decreto del Presidente della Repubblica 21 aprile 1993, n. 246, relativa alla individuazione dei prodotti e dei relativi metodi di controllo della conformità di aggregati;
  - D.M. 11 aprile 2007 - Applicazione della direttiva n. 89/106/CE sui prodotti da costruzione, recepita con decreto del Presidente della Repubblica 21 aprile 1993, n. 246, relativa alla individuazione dei prodotti e dei relativi metodi di controllo della conformità di appoggi strutturali;
  - D.M. 11 aprile 2007 - Applicazione della direttiva n. 89/106/CE sui prodotti da costruzione, recepita con decreto del Presidente della Repubblica 21 aprile 1993, n. 246, relativa alla individuazione dei prodotti e dei relativi metodi di controllo della conformità di geotessili e prodotti affini.
  - DECRETO LEGISLATIVO 16 giugno 2017, n.106 “Adeguamento della normativa nazionale alle disposizioni del regolamento (UE) n. 305/2011, che fissa condizioni

armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione e che abroga la direttiva 89/106/CEE”

#### PREVENZIONE INCENDI

- D.M. 15 settembre 2005 - Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per i vani degli impianti di sollevamento ubicati nelle attività soggette ai controlli di prevenzione incendi;
- D.M. 16 febbraio 2007 - Classificazione di resistenza al fuoco di prodotti ed elementi costruttivi di opere da costruzione;
- D.M. 9 marzo 2007 - Prestazioni di resistenza al fuoco delle costruzioni nelle attività soggette al controllo del Corpo nazionale dei Vigili del Fuoco.
- DPR 1 agosto 2011, n. 151 Regolamento recante semplificazione della disciplina dei procedimenti relativi alla prevenzione degli incendi

#### ESPROPRIAZIONE PER PUBBLICA UTILITÀ

- D.P.R. 8 giugno 2001, n. 327 - Testo unico sulle disposizioni legislative e regolamentari in materia di espropriazioni per pubblica utilità.

#### RIFIUTI E AMBIENTE

- D.Lgs. 5 febbraio 1997, n. 22 - Attuazione delle direttive 91/156/CEE sui rifiuti, 91/689/CEE sui rifiuti pericolosi e 94/62/Ce sugli imballaggi e sui rifiuti di imballaggio;
- D.M. 8 maggio 2003, n. 203 - Norme affinché gli uffici pubblici e le società a prevalente capitale pubblico coprano il fabbisogno annuale di manufatti e beni con una quota di prodotti ottenuti da materiale riciclato nella misura non inferiore al 30% del fabbisogno medesimo;
- D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152 - Norme in materia ambientale;
- Legge 28 gennaio 2009, n. 2 - Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 29 novembre 2008, n. 185, recante misure urgenti per il sostegno a famiglie, lavoro, occupazione e impresa e per ridisegnare in funzione anti-crisi il quadro strategico nazionale.

#### ACQUE

- D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152 – Titolo III - Tutela dei corpi idrici e disciplina degli scarichi .

#### NUOVO CODICE DELLA STRADA

- D.Lgs. 30 aprile 1992, n. 285 - Nuovo codice della strada.

#### CONTRATTI PUBBLICI

- D.M. 19 aprile 2000, n. 145 - Regolamento recante il capitolato generale d'appalto dei lavori pubblici, ai sensi dell'articolo 3, comma 5, della legge 11 febbraio 1994, n. 109, e successive modificazioni;

- Legge 21 dicembre 2001, n. 443 - Delega al governo in materia di infrastrutture e insediamenti produttivi strategici e altri interventi per il rilancio delle attività produttive;
- D.P.R. 5 ottobre 2010, n. 207 - Regolamento di esecuzione ed attuazione del decreto legislativo 12 aprile 2006, n. 163, recante «Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione delle direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE».
- Decreto legislativo 18 aprile 2016, n. 50 Codice dei contratti pubblici

#### SICUREZZA NEI LUOGHI DI LAVORO

- D.Lgs. 9 aprile 2008, n. 81 - Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro.
- 2010 - LINEE GUIDA INAIL - Linee Guida Generali da adottare durante le attività di bonifica da amianto nei Siti da Bonificare di Interesse Nazionale.

## 5 DESCRIZIONE DELLE OPERE

### 5.1 Attività preliminari alla realizzazione delle opere

Ponendosi il cantiere in un ambito fortemente esposto al risolleamento della fibra asbestifera, presente nei residui di lavorazione nell'ambito dei quali di andrà ad operare, oltre agli specifici DPI di protezione delle vie respiratorie che verranno forniti alla maestranze in fase di esecuzione e previsti già sin d'ora dai documenti inerenti la sicurezza del cantiere, sarà necessario che tutte le lavorazioni connesse alla movimentazione di materie in situ avvenga previa umidificazione delle stesse. Tale aspetto risulta di fatto assolto naturalmente per le operazioni da svolgersi in corrispondenza dei diversi rami dell'alveo del Rio Fandaglia decorrente nel fondovalle, mentre le problematiche maggiori emergono per le lavorazioni da svolgersi in corrispondenza del corpo est di scarica, in quanto sul corpo ovest di fatto non si prevede la movimentazione di materiale.

A tal fine nell'ambito degli impianti previsti a servizio del cantiere ai fini della sicurezza si è prevista l'implementazione di un impianto di bagnatura del corpo Est del sito di scarica nell'ambito del quale si svolgeranno le principali azioni lavorative a contatto con superfici esposte.

L'impianto di seguito descritto potrà essere poi utilizzato per la bagnatura degli impianti vegetali previsti e successivamente come presidio antincendi boschivi.

A tal fine si prevede di implementare:

- Su un basamento in calcestruzzo allo scopo predisposto installazione di un serbatoio con capacità di 15 mc composto da pannelli prefabbricati in vetroresina rinforzata con fibre di vetro di dimensioni 1.22 x 1.22 m ciascuno, ricoperti nella parte interna a contatto con l'acqua da uno strato di resina poliestere isoftalica. Completo di fori e tronchetti flangiati per il collegamento dei tubi di troppopieno, scarico di fondo, doppia entrata, doppia uscita.
- La realizzazione, a valle del serbatoio, di una linea di alimentazione dell'impianto con sviluppo di 300 m costituita da tubazioni in PEAD PN10 diam 75 mm
- Stacco di quattro condotte di rete con sviluppo ciascuna di 300 m in PEAD PN 10 diam 50 mm munite di saracinesche in ghisa sferoidale 400 alle estremità per il sezionamento e lo scarico di fondo e complete di un riduttore di pressione.
- 5 idranti per linea completi di cassetta in lamiera verniciata rosso epossidico, con tetto inclinato e feritoia aria laterale, sportello in lamiera verniciata, manichetta in nylon-poliestere gommato con pressione di scoppio 70 bar, omologata, raccordi in ottone, legature con filo plastificato e coprilegatura in gomma, rubinetto idrante in ottone completo di tutto il necessario, secondo norme "UNI 70" Con manichetta da 25 m a tre effetti nebulizzazione.

A protezione dell'impianto nei confronti dell'azione del gelo, a garantire la sua efficienza nel tempo per le funzioni di irrigazione e antincendio, si è prevista una valvola di scarico di fondo per ogni linea a permettere lo scarico della condotta prima del periodo invernale e l'alloggiamento di tutte le valvole entro pozzetti prefabbricati.



## 5.2 Ambito 1

L'area ha un'estensione di circa 750 mq ed è caratterizzata da una frana superficiale attiva, a ridosso del rio Est decorrente sul limite orientale del SIN.

Si tratta della mobilitazione, a zolle, della coltre di copertura dello scarto di lavorazione del sito minerario. La frazione grossolana, caratterizzata da clasti a spigoli vivi conseguente alla frantumazione, risulta qui inglobata da una ricca matrice limo siltosa in grado di conferire all'ammasso una pseudocoazione che permette all'ammasso di stabilizzarsi su pendenze prossime al 100%, salvo innescare fenomeni di scivolamento della coltre soggetta ai diversi cambi di fase connessi agli atmosferici. L'instabilità è favorita in tale settore anche dall'azione erosiva al piede connessa alla dinamica torrentizia del Rio Est (di cui è prevista la regimazione idraulica nell'Ambito di intervento 11 del presente progetto) in grado di trascinare verso valle il materiale veicolato per gravità verso l'alveo e indurre un fenomeno regressivo.

Le linee di intervento per tale settore prevedono la regolarizzazione del settore basale prospiciente la sponda sinistra del rio associata ad interventi antierosivi e di stabilizzazione del pendio. Il tutto volto a favorire il rinverdimento e la rivegetazione del settore in dissesto.

### 5.2.1 Accessi

L'accesso al settore di intervento sarà garantito dall'apertura di una pista forestale di ampiezza pari a circa 3,00 m, con sviluppo di circa 400 m per un dislivello superato di circa 60 m. La pendenza media sarà di poco superiore al 15%, tale da consentire l'accesso a qualsiasi mezzo d'opera. La pista si dipartirà da valle, all'altezza dell'area subpianeggiante posta in sponda sinistra del Rio Est accessibile dalla viabilità esistente, all'altezza di una briglia esistente posta trasversalmente al Rio medesimo. Da qui, procedendo a mezzacosta verso est per un tratto di circa 230 m, la pista andrà ad interessare dapprima un'area sterile a prateria, posta esternamente al sito di discarica ma in proprietà del sito minerario. Per mezzo di un tornante l'asse ruoterà verso ovest, andando ad interessare un'area boscata, sino a raggiungere nuovamente l'alveo del Rio Est a collegarsi al passo d'uomo previsto in progetto, posto a prosecuzione del passo d'uomo realizzato in passato sul corpo Ovest della discarica. In corrispondenza dell'alveo del Rio Est si prevede la realizzazione di un guado mediante l'inserimento di una tubazione in PEAD diam. 80 cm con sviluppo 4 m, sormontata da un tratto pavimentato con pietrame annegato in un sottostante getto di cls sagomato a corda molla.

Poco a valle del settore di intercettazione del rio Est è previsto lo stacco di un breve tratto di pista provvisoria di cantiere che permetterà di raggiungere il piede del settore mediano del dissesto.

La pista andrà ad interessare un settore di versante naturale caratterizzato dalla presenza di una esigua coltre di copertura, costantemente inferiore al metro, a celare il substrato litoide peraltro fortemente fratturato nella sua parte sommitale. Si prevede l'utilizzo di una sezione a mezzacosta con scavo verso monte a scarpa avente rapporto altezza lunghezza di 1 a 1 inciso nello strato di alterazione del substrato roccioso. Il materiale di scavo verrà posto a dimora verso valle con scarpa avente rapporto lunghezza altezza di 3 su 2. La carreggiata stradale sarà inclinata per il

tratto inferiore verso valle mentre per il tratto superiore si prevede una inclinazione verso monte con scarico delle acque all'altezza del tornante di progetto. A mitigare fenomeni di corrivazione superficiale in corrispondenza della scarpata in scavo, ove il substrato risulti particolarmente alterato, si prevede un intervento di idrosemia; in corrispondenza della scarpata in riporto propedeuticamente alla semina si prevede la stesa di una georete biodegradabile in fibra di juta. Lungo il piano viabile è prevista la realizzazione di 15 canalette trasversali in profilo metallico, inclinate di 45° rispetto all'asse di marcia, a mitigare i fenomeni erosivi della piattaforma stradale connessi alla corrivazione superficiale delle acque.

### **5.2.2 Opere di consolidamento al coronamento**

Propedeuticamente alla realizzazione delle opere si prevede la risagomatura dell'area in dissesto, per una superficie di 750 mq tramite ragno meccanico, con scoronamento della nicchia di distacco formatasi, anche con interventi manuali.

In corrispondenza del coronamento e comunque dei tratti a maggior acclività posti nei settori transizionali di raccordo al pendio originario, si prevede la fornitura e stesa di una rete metallica a doppia torsione a maglia esagonale pre-accoppiata, già in fase di produzione, con georete biodegradabile al 100% in fibra di agave. Tale intervento è volto a impedire/limitare i fenomeni erosivi che portano alla deformazione della coltre superficiale e a proteggere le scarpate dai fenomeni di degradazione di origine esogena come vento, pioggia, ruscellamenti, azioni gelo disgelo che, agendo progressivamente nel tempo, tendono a compromettere l'integrità dell'intero ammasso. Complessivamente si prevede la messa in opera di circa 288 mq di rete fissata con ancoraggi metallici infissi nel terreno per almeno 0,80 m e ancorata sul perimetro da funi metalliche diam. 12 mm collegate a barre di ancoraggio in acciaio di lunghezza 3 m.

### **5.2.3 Opere di rimodellamento in sponda sinistra del Rio Est**

In tale ambito è presente il materiale veicolato per gravità dal settore di coronamento e parzialmente trascinato verso valle dall'azione erosiva dell'asta torrentizia. L'inclinazione media di tale settore è di circa 30°.

Si prevede il rimodellamento e gradonatura mediante l'interposizione di tre berme in terra rinforzata con altezza del paramento di 3,50 m e inclinazione dello stesso di 60°. In senso longitudinale i tre ordini verranno spaziati con passo di circa 12 m mentre in senso trasversale lo sviluppo sarà compreso tra 10 e 12 m a intestarsi sul limite occidentale del settore in dissesto.

Relativamente al manufatto in terra rinforzata si prevede la messa in opera per strati di materiale recuperato in sito, rullato e compattato con inserimento a passo 0,50 m di geogriglie monodirezionali in poliestere con resistenza minima a trazione di 100 kN/m opportunamente risvoltate agli estremi. A tergo del corpo della terra rinforzata si prevede la messa in opera di un pannello drenante esteso a tutta altezza e raccordato alle opere di difesa previste in sponda sinistra del Rio Est ad evitare l'innescare di fenomeni di saturazione dell'ammasso

#### 5.2.4 Sistemazione finale dell'area

Al termine dei rimodellamenti si prevede l'inerbimento di tutte le superfici interessate, incluse le terre rinforzate, con idrosemina protetta con la stesa di una biostuoia in fibra di agave. Il miscuglio di idrosemina sarà lo stesso indicato per il successivo ambito 7 in quanto studiato specificatamente per l'area di intervento.

A completamento delle opere saranno messi in opera quattro ordini di palificate semplici in legno di castagno scortecciato, per uno sviluppo complessivo di circa 40 m, a favorire il convogliamento delle acque di corrivazione superficiale verso l'impluvio del Rio Est.

#### 5.3 Ambiti 2, 3 e 4

I tre ambiti sono stati individuati in fase di progetto preliminare in base alla diversa conformazione morfologica del versante. Sotto il profilo operativo di intervento si procederà in modo uniforme su tutto il versante, pertanto, i diversi ambiti verranno accorpati assieme congruentemente a quanto già fatto nella fase progettuale definitiva.

In tali ambiti a seguito di approfondite analisi della vegetazione e delle caratteristiche pedologiche del sito emerge un quadro di condizioni piuttosto delicate per l'attecchimento della vegetazione. Pedologicamente il substrato si presenta come una matrice minerale priva di sostanza organica. Dalle analisi chimico fisiche effettuate (si veda il paragrafo 2.5) emerge che il pH è basico (range da 8.1 a 8.3) in assenza di calcare attivo. L'analisi granulometrica evidenzia la prevalenza di ghiaia (circa il 65%) rispetto alla sabbia (circa 20-25%) e al limo (mediamente 10-15%). L'argilla è pressoché assente.

Tali condizioni estreme rendono molto difficile l'affermazione di vegetazione autoctona.

Si è osservata una iniziale diffusione naturale di betulla, ancora stentata nell'accrescimento e di *Buddleja davidii*.

I salici messi a dimora con l'ultimo intervento effettuato hanno attecchito ma si presentano comunque stentati.

La vegetazione è stentata e discontinua negli ambiti 2, 3 e 4, l'ambito 7 invece presenta aree coperte da feltro erbaceo alternate ad ampie aree prive di vegetazione. La causa è da attribuirsi alla pendenza molto elevata del sito che fa sì che si inneschino fenomeni di scivolamento superficiale della coltre erbacea durante le fasi di disgelo del terreno. L'ambito 7 inoltre è caratterizzato dalla presenza dei "passi d'uomo", tracciati di servizio che, oltre a svolgere il loro ruolo preposto, si connotano come terrazzamenti su cui la vegetazione, non ostacolata dalla pendenza eccessiva del versante, sta iniziando a radicare in modo evidente.

Il costone di separazione tra gli ambiti 2, 3 e 4 e l'ambito 7 è stato rimodellato e consolidato con additivazione di cemento. La pendenza è leggermente inferiore delle aree limitrofe, inoltre l'apporto di cemento ha determinato l'aumento di calcio disponibile nel suolo e facilitato l'attecchimento dell'erba. Il feltro erbaceo su questa fascia, infatti, si presenta compatto e continuo. Il costolone è stato oggetto di interventi di stabilizzazione nell'ambito delle attività di messa in sicurezza di emergenza dell'area.

### 5.3.1 Accessi e cantierizzazione

L'area d'intervento è particolarmente acclive e l'accessibilità è limitata. Il problema dell'accessibilità riguarda sia gli operatori che i materiali di lavoro. Relativamente alle maestranze si prevede che il lavoro sul versante sia effettuato da operatori esperti di lavoro in montagna, dotati di imbrago anticaduta.

L'accesso al versante potrà avvenire da monte e da valle nonché lateralmente sfruttando i passi d'uomo realizzati nel precedente intervento. Sarà necessario che gli operatori si muovano seguendo le buone pratiche di camminata in montagna, legati in cordata durante gli spostamenti e ancorandosi a punti fissi (picchetti con occhiello, funi di sicurezza) di volta in volta messi in opera prima di eseguire le lavorazioni previste sul versante.

A marginale modifica di quanto previsto nella progettazione di livello precedente, ad aumentare l'accessibilità pedonale e motorizzata, tramite mezzi di ridotte proporzioni quali motocarriole, ragni meccanici e mini-escavatori, si è prevista l'implementazione di tre camminamenti trasversali al versante in luogo dell'unico in origine previsto e la realizzazione di un passo d'uomo a ricalcare un'analogo opera realizzata in passato in corrispondenza dell'accumulo Ovest. Tale opera si andrà a collegare alla pista forestale descritta al punto precedente. Ciò permetterà l'implementazione di una viabilità manutentiva circolare indispensabile per le fasi di mantenimento delle opere successivamente alla fase di cantiere.

L'area di lavoro dovrà essere oggetto di disgaggio prima di operare. Si prevede il disgaggio dei detriti pericolanti in particolare sulle scarpate dei calanchi per una superficie stimata di circa 7000 mq. Una volta effettuato il disgaggio saranno aperti da monte verso valle i tre camminamenti e il passo d'uomo previsto in progetto tutti collegati ai passi d'uomo realizzati in passato sull'accumulo ovest e in particolare da monte verso valle ai passi d'uomo esistenti denominati P1, P2, P4 e P6. Tipologicamente i camminamenti verranno realizzati a mezzacosta, mediante l'inserimento sul lato di monte e di valle di due palificate semplici a pali sovrapposti in legname costituite da una serie di elementi verticali in barre diam 26 mm (densità 3/m) infissi nel terreno poste a sostegno di paleria orizzontale in legno di castagno diam 200-250 mm ad ottenere una altezza massima fuori terra di 0,50 m. L'ampiezza utile al transito sarà di 1,25 m con ampiezza totale del camminamento di circa 1,50 m. I tre camminamenti previsti denominati C1, C2 e C6 presenteranno uno sviluppo ciascuno rispettivamente di 345, 330 e 415 m, e si svilupperanno all'incirca sulle isoipse 810, 780, e 705 m con debole pendenza verso il Rio Est, il settore a monte e a valle di piano viabile sarà oggetto di idrosemina rinforzata nell'ambito dei lavori a verde successivamente descritti per una ampiezza totale di 10 m.

Relativamente al passo d'uomo denominato P4est, con sviluppo planimetrico di circa 415 m, si agirà anche qui a mezzacosta delimitando in questo caso lo scavo di monte mediante l'inserimento di palificate in legname ad una parete con altezza massima del paramento fuori terra di 1,5 m e con correnti e montanti infissi posti con passo 1,50 m.

Sul lato di valle si prevede la realizzazione di una staccionata con altezza massima fuori terra di 1,50 m, composta da pali di lunghezza pari o maggiore di 3 m e costituita da: 3 correnti, 1 traverso con passo 1,50 m e pali verticali infissi nel terreno con passo 0,75 m.

Tali opere lineari verranno tra loro collegate trasversalmente da un palo in legno posto in corrispondenza degli elementi portanti verticali con passo di 1,50 m. In tale caso il piano viabile sarà costituito dal riporto di misto granulare non contaminato per uno spessore medio di 0,20 m posto in opera su un geotessuto in propilene con peso di 190 g/mq. Sul lato di monte del tracciato è prevista la messa in opera di una canaletta approfondita di circa 0,25 m e ampiezza 0,35 m rivestita con un geocomposito impermeabile.

A favorire la rivegetazione del sito sul lato di valle sia dei camminamenti che del passo d'uomo è prevista la fornitura e impianto di specie arbustive ed arboree ad integrazione di quelle già previste in sede di realizzazione delle palizzate e palificate previste a monte e a valle dei tracciati. L'intervento si completerà mediante una idrosemina rinforzata a monte e valle dei tracciolini per una ampiezza di 5 m a monte e 5 m a valle degli stessi (per la composizione si rimanda ai paragrafi successivi).

Per la fornitura in loco del materiale da costruzione, essenzialmente costituito da paleria in legname è previsto il compenso per l'utilizzo di una gru forestale a cavo con stazione motrice posta sul gradone esistente al coronamento dell'accumulo e punti fissi di ancoraggio posti sul gradone presente al piede della scarpata detritica.

### **5.3.2 Preparazione dell'area**

L'area d'intervento oggetto di rivegetazione dovrà essere preventivamente disaggiata dal pietrame pericolante per poi procedere successivamente al decespugliamento.

Il decespugliamento avrà una duplice finalità, da un lato consentirà agli operatori della gru a cavo di lavorare con maggiore agilità, dall'altro permetterà alle piante di rinnovarsi. La ceduzione, infatti, consente alla pianta di ricreare sia l'apparato aereo che radicale rinnovandosi completamente. Le piante presenti manifestano i primi segni di senescenza. Sono passati una decina di anni dall'intervento e, in condizioni estreme quali quelle del sito, è necessario rinnovare le ceppaie.

Coerentemente con quanto previsto dal piano di manutenzione generale del sito, la ramaglia sarà lasciata sul sito, depezzata grossolanamente, e contribuirà all'aumento di sostanza organica nel suolo.

### **5.3.3 Moduli di impianto sul versante**

L'elemento principale di riqualificazione degli ambiti 2, 3 e 4 è costituito dai moduli di impianto forestale. Si tratta di 445 nuclei di impianto di dimensione 6 m x 2 m, con sesto di impianto di circa 25x10 m.

La loro collocazione planimetrica risulta indicativamente riportata sulla planimetria di progetto tuttavia stante la conformazione morfologica del versante la stessa dovrà essere adatta a in

contraddittorio con la D.L. e a seguito della verifica delle condizioni operative specifiche del momento di esecuzione dei lavori, valutando lo stato della vegetazione presente e del substrato. I moduli hanno uno schema fisso esecutivo di venti piante con una distribuzione predefinita nello spazio e nel numero di specie. I moduli sono inoltre completati da una serie di sei palizzate in legno (castagno o specie equivalente, scortecciato, diametro 25 cm, lunghezza 2 m) aventi il duplice scopo di contenere un minimo di terreno organico riportato e rallentare lo scivolamento superficiale del manto nevoso. I pali saranno fissati con picchetti di diam. 24 mm, 2 per ogni palo. La parte retrostante dei pali sarà riempita con una miscela di terra (70%) e compost (30%). Il terriccio potrà essere fornito sul luogo sia utilizzando la viabilità di progetto descritta in precedenza per mezzo di motocarriole, che utilizzando la gru forestale prevista per la fornitura della paleria necessaria alle opere sul versante. È necessario circa 1 mc di terriccio per ogni modulo di impianto.

Le piante saranno messe a dimora in una buca in cui sarà distribuita una porzione di una miscela di attivatori biologici. Si tratta di un prodotto composito avente il compito di compensare l'assenza di sostanza organica nel suolo.

In particolare si tratta di una miscela ammendante e concimante composta da:

- 3 gr di attivatore biologico per terreni, ammendante compostato misto, ottenuto dalla miscelazione di letame bovino ed equino proveniente da allevamenti selezionati. Miscelato con materiali vegetali compostati ed esente da elementi inquinanti. Additivato da ceppi fungini selezionati e da batteri della rizosfera.
- 3 gr ammendante con azione ritentrica di idricità TIPO Copolymer acrylamide agrylate 99.5% +0.5 pigment.
- 0,2 l lapillo vulcanico alveolare a cellule aperte per pacciamatura, substrati di coltivazione, colture in vaso, pH = 7, in granulometria variabile da mm 0.5 (sabbia) a mm 10-35 (ghiaia).

La microflora aiuterà l'apparato radicale a svilupparsi. La miscela conterrà anche dell'idroritettore (Copolymer acrylamide agrylate 99.5% +0.5 pigment - 3 gr per pianta) che permetterà di compensare eventuali periodi di siccità che dovessero presentarsi immediatamente dopo l'impianto. Le singole piante saranno protette da shelter nei confronti della brucatura degli ungulati.

L'elenco delle specie arbustive ed arboree previste è riassunto nella seguente tabella:

Specie	Quantità
<i>Salix purpurea</i>	2225
<i>Quercus petraea</i>	890
<i>Sorbus aria</i>	445
<i>Corylus avellana</i>	445
<i>Fraxinus excelsior</i>	445
<i>Acer pseudoplatanus</i>	445

<i>Crataegus monogyna</i>	668
<i>Prunus spinosa</i>	668
<i>Viburnum opulus</i>	445
<i>Berberis vulgaris</i>	445
<i>Cornus mas</i>	445
<i>Cornus sanguinea</i>	445
<i>Ruscus aculeatus</i>	890

#### **5.3.4 Regimazione delle acque del versante, palizzate di fondo alveo e di rallentamento delle acque dei calanchi**

L'intervento prevede lo sfruttamento del reticolo formato naturalmente dalle attività di corrivazione superficiale. A tal fine sono stati individuati i calanchi principali che avranno funzione, in futuro, di mini-alvei per la raccolta delle acque del versante. Occorre tuttavia sottolineare come l'apporto di acque da monte sia pressoché nullo a seguito della gradonatura della sommità dell'accumulo e la messa in opera di fossi di intercettazione e convogliamento delle acque di corrivazione. Per cui a tali linee di erosione, marcatamente incise dalle acque in tempi passati, si adducono ora le sole acque di versante. Gli interventi nei solchi erosivi più marcati sono finalizzati al rallentamento della velocità dell'acqua e alla conseguente riduzione della capacità erosiva.

A tal fine si interverrà in due modi diversi, si posizioneranno palizzate a lisca di pesce alternate che rallenteranno l'acqua costringendola a serpeggiare tra i pali. Tali elementi, con sviluppo complessivo di 150 m, inoltre permetteranno anche ai depositi fini di fermarsi definendo quindi dei punti di possibile radicamento di piante.

Nelle parti di valle dei calanchi, nelle zone più approfondite degli stessi e in corrispondenza dei camminamenti di servizio al versante, saranno realizzate delle palizzate di fondo alveo. Si tratta della medesima struttura prevista a sostegno del piede di valle del passo d'uomo descritto in precedenza costituita da una staccionata con altezza massima fuori terra di 1,50 m, composta da pali di lunghezza pari o maggiore di 3 m e costituita da: 3 correnti, 1 trasverso con passo 1,50 m e pali verticali infissi nel terreno con passo 0,75 m. Lo sviluppo sarà diretta funzione dell'ampiezza del solco erosivo ma comunque non inferiore a 3 m per un numero previsto di 30 interventi puntuali.

#### **5.4 Ambiti 5 e 6**

I due ambiti in fase di progetto preliminare sono stati identificati e distinti per la diversa conformazione morfologica. Sotto il profilo degli interventi proposti si ritiene di intervenire con soluzioni analoghe; quindi, verranno operativamente trattati nel seguito assieme come già fatto nella fase progettuale definitiva.

I due ambiti in passato sono stati oggetto di interventi per la messa in sicurezza d'emergenza del versante. Lo stato del versante in tali ambiti è buono, con una evidente stabilizzazione del pendio, non si manifestano particolari segni di erosione o criticità di rilievo.

Seppur la vegetazione si presenti più consolidata che altrove, manifesta una sostanziale povertà floristica. A parte i salici messi a dimora, alcune betulle ed esemplari spontanei di buddleja, non sono visibili altre specie e il suolo è scoperto per ampi tratti.

È necessario integrare quanto già fatto partendo dalle condizioni attuali del sito e valorizzando la vegetazione già affermata. Le palizzate presenti hanno consentito ai salici di affermarsi determinando un conseguente miglioramento delle condizioni stazionali. Si prevede di ceduire i salici presenti, favorendone la rigenerazione degli apparati aerei e radicali.

Si prevede inoltre di integrare la vegetazione con nuclei di impianto assimilabili a piccole macchie seriali di vegetazione sfruttando la presenza delle palizzate e dei salici che hanno consentito di migliorare le condizioni microstazionali, preparando l'area all'impianto dei nuclei di vegetazione.

#### 5.4.1 **Macchia seriale di vegetazione**

Saranno messi a dimora nuclei di vegetazione a schema di impianto fisso su tutta l'area degli ambiti 5-6. I nuclei saranno 155, uno ogni circa 15 m di palizzata in legno esistente.

L'impianto prevede l'apertura di una fessura, la distribuzione di una porzione di attivatore biologico. Saranno forniti e posati shelter di protezione dagli ungulati per le piante. Le piante di dimensioni maggiori saranno posate in una buca aperta con ragno meccanico. La voce include il rinterro, la concimazione, il collocamento del palo tutore. Il lavoro sarà eseguito previa bagnatura dell'area di intervento sul versante per evitare la creazione di polvere e l'aerodispersione di fibre asbestiformi. L'elenco delle specie di taglia arbustiva è il seguente:

Specie	Quantità
<i>Quercus petraea</i>	310
<i>Sorbus aria</i>	465
<i>Corylus avellana</i>	465
<i>Fraxinus excelsior</i>	155
<i>Acer pseudoplatanus</i>	155
<i>Crataegus monogyna</i>	775
<i>Prunus spinosa</i>	775
<i>Viburnum opulus</i>	465
<i>Berberis vulgaris</i>	465
<i>Cornus mas</i>	310
<i>Cornus sanguinea</i>	310

Le specie di taglia arborea invece saranno:

Specie	Quantità
<i>Quercus petraea</i>	50
<i>Fraxinus excelsior</i>	50
<i>Acer pseudoplatanus</i>	55



## 5.5 Ambito 7

Il cumulo Ovest è stato oggetto di importanti interventi strutturali di messa in sicurezza con rimodellamento della superficie e inserimento di camminamenti che permettono un'agevole accesso al settore di intervento. Il problema principale dell'area è lo scivolamento di placche superficiali di materiale a seguito del gelo/disgelo della coltre. Si riscontra una certa difficoltà di attecchimento della coltre erbosa e una sostanziale assenza di arbusti. Gli interventi proposti completeranno/consolideranno le operazioni già effettuate e in particolare i passi d'uomo esistenti, la cui staticità verrà rinforzata con specifici interventi di consolidamento.

### 5.5.1 Inerbimento rinforzato con minipalizzate e mulch

L'area del cumulo Ovest è caratterizzata da ampie zone prive di copertura erbacea. Si opererà con un'operazione di ricucitura per una superficie complessiva pari a circa 39.000 mq costituente circa il 30% dell'intera superficie dell'ambito.

Al fine di ridurre il rischio di scivolamento superficiale della coltre erbacea e consentire un attecchimento più approfondito degli apparati radicali si rinforzerà l'inerbimento con astoni di legno, ancorati al versante con talee di salice.

Il miscuglio scelto è di specie adatte al sito e al substrato. Si prevede anche la presenza di betulla nell'ambito del miscuglio, specie che manifesta già naturalmente una buona propensione alla colonizzazione del sito in esame.

L'intervento consisterà quindi in un inerbimento sulle aree definite in cartografia completato con la fornitura e posa di strutture di rinforzo formate da astoni di legno diametro variabile da 5 a 15 cm sostenuti da talee di salice a chiodo. L'inerbimento avverrà mediante la tecnica dell'idrosemina potenziata con mulch, consistente nell'aspersione di una miscela formata da acqua, miscuglio di sementi di specie erbacee selezionate e idonee al sito, integrate da sementi di specie arboree (complessivamente 20 gr/mq di miscuglio di sementi), concime organico, collanti, con una significativa percentuale di sostanze miglioratrici del terreno quali fibra di cellulosa, paglia triturrata, altro materiale organico (fibre di legno etc.), attivatore biologico per terreni (ammendante compostato misto, ottenuto dalla miscelazione di letame bovino ed equino proveniente da allevamenti selezionati, materiali vegetali compostati ed esente da elementi inquinanti; additivato da ceppi fungini selezionati e da batteri della rizosfera); il tutto distribuito in un'unica soluzione con macchine irroratrici a pressione (idrosemiatrici). Il miscuglio da adottarsi sarà il seguente:

GRAMINACEE	% in peso
<i>Agrostis stolonifera</i>	5,00%
<i>Dactylis glomerata</i>	4,50%
<i>Deschampsia caespitosa</i>	12,00%
<i>Festuca arundinacea</i>	16,00%
<i>Festuca ovina</i>	7,50%
<i>Festuca rubra rubra tr.</i>	15,75%

<i>Poa pratense</i>	5,00%
<i>Lolium perenne</i>	5,00%
LEGUMINOSE	
<i>Anthyllis vulneraria</i>	7,00%
<i>Lotus corniculatus</i>	3,50%
<i>Trifolium repens</i>	3,50%
<i>Trifolium pratense</i>	0,50%
<i>Trifolium subterraneum</i>	0,50%
ALTRE FAMIGLIE	
<i>Achillea millefolium</i>	1,00%
<i>Betula alba</i>	4,00%
<i>Lobularia maritima</i>	0,25%
<i>Sanguisorba minor</i>	9,00%

### 5.5.2 Consolidamento passi d'uomo

I passi d'uomo esistenti manifestano iniziali problemi di cedimento delle strutture in legno. Le opere di sostegno, realizzate come palizzate a più correnti, sono strutturalmente delle leve di 1° grado che, con la spinta posteriore del terreno, possono evidenziare fenomeni di ribaltamento.

Si propone di consolidare le strutture esistenti posizionando dei tiranti infissi nel terreno che assorbano parte della spinta sostenuta dai pali. Nel piano di manutenzione già adottato da RSA è previsto il ripristino di alcuni tratti già collassati. L'intervento proposto in progetto invece ricade sui tratti ancora in buono stato, con la finalità di consolidarli e aumentarne la durabilità. Si prevede quindi di posizionare degli ancoraggi nel terreno, posti in opera con passo di 0,75 m, costituiti da ancorette a scomparsa infisse nel terreno tramite specifica asta estraibile per almeno 1,50 m, collegate a un cavetto in acciaio zincato diam. 4 mm. Gli occhielli di testata a giorno degli ancoraggi verranno poi collegati tra loro tramite funi metalliche correnti opportunamente messe in tensioni con specifici tenditori ad aderire agli elementi verticali infissi nel terreno con interposizione tra cavo e palo di un lamierino metallico di protezione.

Saranno posizionati 100 punti di consolidamento localizzandoli nelle zone a maggiore rischio di ribaltamento per uno sviluppo (3 ancorette su 1,50 m) di 150 m di consolidamenti.

## 5.6 Ambito 8

Si tratta delle superfici esposte dei materiali sterili a grossa pezzatura posti al piede del cumulo ovest del sito di discarica in esame.

La completa protezione della scarpata plurimettrica formata da tali depositi, trattandosi di termini a pezzatura pluridecimettrica privi in affioramento di significativa componente fine facilmente dilavabile e mobilizzabile per aerotrasporto, non risulta prioritaria. L'intervento previsto in tale settore non prevede quindi la completa protezione della superficie esposta, ma un intervento

limitato alla sola parte terminale di scarpata ove, per dilavamento da parte delle acque di infiltrazione, può veicolarsi il fine con rimobilizzazione successiva per aerotrasporto. A tale aspetto, direttamente connesso alla specificità del sito, occorre poi aggiungere il fatto che la superficie di scarpata risulta modellata su pendenze elevate, pari all'angolo di natural declivio formatosi a seguito della messa a dimora, senza compattazione, del materiale derivante dall'attività mineraria. Per cui la realizzazione di una berma al piede e il colmamento delle depressioni adiacenti, risulterà favorevole anche per la stabilità complessiva del pendio aumentandone il grado di stabilità.

Pertanto in tale settore si prevede la formazione di una berma ad altezza variabile mediante messa a dimora per strati rullati e compattati dei materiali provenienti dagli scavi condotti su altri settori d'intervento (Ambiti 9 e 10). Ricade in tale ambito anche la colmatura di due depressioni presenti al piede della discarica ad omogeneizzare tale settore basale e rendere più agevole le fasi manutentive successive alla messa in sicurezza e ad aumentare, come detto, la stabilità del piede di discarica.

#### **5.6.1 Accessi**

L'accesso al settore di intervento è garantito dalla viabilità principale interna al sito di discarica, per cui non si prevede l'apertura di nuove piste di accesso in tale ambito.

Per l'edificazione del manufatto in terra si renderà unicamente necessaria la realizzazione di una rampa di accesso sul lato ovest del rilevato, che potrà essere mantenuta per le successive operazioni manutentive dell'opera.

#### **5.6.2 Opere di stoccaggio materiale proveniente dai bacini di laminazione /sedimentazione esistenti sul reticolo idrografico naturale**

Si tratta di porre a dimora in due adiacenti depressioni esistenti, poste alla base del sito di discarica, il materiale umido proveniente dallo svuotamento dei due bacini di sedimentazione/laminazione esistenti posti a raccordo tra la rete idrografica naturale interna al SIN al reticolo idrografico naturale esterno al sito. Il primo posto alla testata del canale artificiale di deviazione del percorso originale del Rio Fandaglia verso il Rio Fornaci, il secondo posto sul limite est del Rio Fandaglia ai limiti del perimetro del sito di discarica.

Stante la specifica morfologia dei bacini volta a favorire la sedimentazione (allargamento della sezione di deflusso associata a basse pendenze di fondo) è da supporre che i termini da disalveare risultino porsi nell'ambito di un fuso granulometrico di tipo limo sabbioso e quindi potenzialmente esposti a fenomeni di risollevarimento se in fase secca. Per cui si prevede una loro collocazione diretta nel sito di stoccaggio nella fase immediatamente successiva allo scavo in ambiente umido nel quale si trovano, per cui nel breve tratto di movimentazione, pari ad alcune centinaia di metri, non vi sarà di fatto pericolo di aerodispersione.

La colmatura delle depressioni, approfondite di circa 3 e 5 m rispetto al piano campagna e avente superficie superiore pari rispettivamente a circa 650 e 900 mq avverrà partendo dal semiperimetro orientale procedendo verso il centro. Al termine di ogni giornata di lavoro sino al raggiungimento

del volume da stoccare, stimato in circa 4300 mc, si prevede la stesa di un geotessile di protezione sulla superficie ottenuta. Terminato lo stoccaggio sul geotessuto verrà dato luogo a un riporto di circa 0,30 m di terreno agrario successivamente sottoposto a semina per formazione del cotico erboso superficiale.

### **5.6.3 Opere di messa a rilevato del materiale di disalveo**

Relativamente al materiale di disalveo a litologia ghiaiosa ciottolosa, proveniente dagli ambiti 9 e 10 posti nell'ambito dell'alveo del Rio Fandaglia si prevede una sua collocazione al piede della discarica con messa in opera per strati rullati e compattati, sino a raggiungere la configurazione di progetto stabilita con: altezza di circa 3 - 4 m dal piano campagna, berma di raccordo suborizzontale alla scarpata di ampiezza 3 m e scarpata verso valle disposta con scarpa avente rapporto lunghezza altezza di 2 su 1.

Raggiunta la configurazione di progetto si prevede la protezione delle superfici esposte con geotessuto, la realizzazione di tre ordini di palificate semplici in senso longitudinale, aventi la funzione di stabilizzazione dello strato di copertura in terreno agrario dello spessore di circa 0,30 m successivamente sottoposto a semina per formazione del cotico erboso superficiale.

## **5.7 Ambito 9**

Si tratta di intervenire in corrispondenza della testata e sul canale artificiale che collega il sito al bacino del Rio Fornaci.

In tale settore si prevede il ripristino e l'implementazione delle opere idrauliche esistenti di regolazione dell'immissione delle acque provenienti dal sito minerario nelle acque provenienti dall'idrografia naturale.

La sistemazione esistente sarà integrata ad evitare che le acque naturali vadano in fase di piena ad interferire con la vasca di sedimentazione esistente. In tal modo visto gli ormai modesti apporti provenienti dal sito minerario la vasca potrà svolgere in modo ottimale, stante anche le sue proporzioni, la sua funzione di bacino di calma e deposito per sedimentazione dell'eventuale materiale di trasporto.

### **5.7.1 Accessi**

L'accesso al settore di intervento è possibile tramite la riattivazione della viabilità esistente decorrente con direzione parallela alla viabilità principale da cui si trae circa 120 m a valle del settore in cui è previsto l'intervento. Si tratta di una pista già probabilmente utilizzata in passato per l'accesso a tale settore, di ampiezza pari a circa 3 m di cui si prevede la riattivazione con minimi interventi manutentivi, con taglio della vegetazione invadente e ripristino della carreggiata nei tratti interessati da fenomeni di corrivazione indotti ora dallo scarico incontrollato delle acque provenienti dalla soprastante viabilità principale.

A tal fine, ad impedire il ripetersi di scarichi incontrollati verso l'idrografia naturale, nell'ambito del presente progetto si prevede la regimazione delle acque in tale settore, lungo la viabilità principale, a scaricare le acque di piattaforma verso monte nel fosso esistente opportunamente

protetto mediante l'inserimento di canalette tagliacqua in acciaio e riprofilatura della carreggiata stradale (Cfr. opere Ambito 12).

Relativamente alla pista si prevede la regolarizzazione del fondo esistente, la posa di geotessuto e la messa in opera di misto granulare opportunamente rullato sino ad uno spessore finito di 0,20 m ad ottenere un piano viabile con ampiezza minima di 2,50 m.

### **5.7.2 Opere preliminari e di scavo**

In via preliminare prima della realizzazione delle opere di scavo per l'imposta delle opere in progetto si prevede il taglio della vegetazione invadente posta nell'ambito del perimetro di intervento delimitato a sud dalla viabilità principale del sito minerario e a nord dalla sponda sinistra del Rio Fornaci. In particolare l'intervento si estenderà anche sul Rio Fandaglia a partire dalla briglia esistente posta a monte di circa 25 m di quella da cui si diparte la deviazione in artificiale realizzata in passato. Il taglio preventivo si completerà nell'ambito della vasca di sedimentazione qui presente e di una fascia di ampiezza 3 m esterna alla viabilità di accesso.

Al termine di tali operazioni si potrà procedere alla realizzazione degli scavi volti a liberare dai sedimenti la vasca esistente posta allo sbocco della tubazione diam. 800 mm collegata al piede del sito minerario. Tale materiale da lavorare umido, condizione peraltro permanente nel contesto di fondovalle in cui si andrà ad operare, verrà trasportato nell'ambito del sito minerario circa 300 m a valle a colmare, assieme agli altri materiali in esubero potenzialmente esposti a maggior contaminazione da parte della fibra asbestifera connessi alle lavorazioni previste nel presente progetto, una depressione esistente (cfr. Ambito 8).

La quota di imposta del nuovo piano finito della vasca si porrà alla quota di circa 642,90 m con asportazione mediamente di una altezza di 1,20 m di materiale qui depositato.

Relativamente al Rio Fandaglia si prevede la riprofilatura dell'area posta tra la briglia esistente e il tratto iniziale del canale artificiale esistente oltre agli scavi a sezione obbligata per l'imposta delle opere di difesa idraulica di cui al punto seguente. Il materiale proveniente da tale settore verrà in parte reimpiegato per gli riempimenti necessari al rimodellamento dell'area, il materiale in esubero verrà conferito a rilevato al piede della discarica a realizzare l'intervento di cui all'ambito 8. Complessivamente si prevede la mobilitazione di circa 1100 mc di materiale.

Le opere di scavo si completeranno con la pulizia del canale in artificiale per un tratto di circa 120 m a valle del suo inizio, dai materiali detritici di trasporto solido qui sedimentati. A valle di tale tratto il canale risulta di fatto sgombro. Anche i materiali provenienti da tale attività verranno conferiti al settore di cui all'ambito 8 del presente progetto.

### **5.7.3 Opere sul Rio Fandaglia**

Si tratta della realizzazione di due tratti di difesa spondale in massi di pietra naturale di cui quella in sinistra idrografica, avente lunghezza 32 m e altezza di 2,0 m f.t.. a scopi antiersivi ad evitare l'instabilizzazione del pendio qui presente e occlusioni o parzializzazioni d'alveo. Il tratto in destra idrografica, di sviluppo pari a 25 m, avrà invece anche lo scopo di impedire che il deflusso di piena vada ad interferire con la vasca di sedimentazione posta allo sbocco della tubazione di

collegamento al sito minerario. Ad ottenere tale obiettivo si prevede inoltre la sopraelevazione della sponda destra del canale in artificiale esistente posto sul limite della vasca suddetta di 1 m mediante la messa in opera di una muratura di pietrame legata con malta cementizia.

#### **5.7.4 Opere di ripristino vasca di sedimentazione/laminazione**

In corrispondenza di tale settore si prevede la realizzazione di una difesa spondale in massi di pietra naturale con sviluppo di 24 m e altezza f.t. di 3 m a stabilizzazione della scarpata di raccordo tra fondo vasca e pista di manutenzione/accesso qui presente. Tale difesa si attesterà verso monte all'opera in c.a. esistente costituente la testata della tubazione di scarico delle acque provenienti dal sito minerario, per poi estendersi verso valle sino ad intercettare la difesa spondale posta in destra idrografica dell'alveo del Rio Fandaglia.

Allo sbocco della tubazione, il cui scorrevole si pone elevato di circa 2,30 m rispetto alla quota di progetto dell'estradosso della vasca di sedimentazione si prevede la realizzazione di un manufatto in massi di pietra naturale, intasati con calcestruzzo, avente la funzione di piano di dissipazione e deviazione del flusso sul lato opposto alla bocca di sfioro prevista verso l'alveo del Rio Fandaglia. Complessivamente il volume di invaso di materiale solido conseguente alle opere previste risulterà pari a circa 250 mc

Ad agevolare le future azioni manutentive si prevede la pavimentazione del fondo in massi di pietra naturale e la realizzazione in sponda destra del Rio di un'area di manovra.

### **5.8 Ambito 10**

Si tratta di intervenire sul tratto residuo dell'asta del rio Fandaglia al limite orientale dell'area di discarica. Qui come già descritto è già stato realizzato in passato un bacino di sedimentazione a monte di una briglia storica esistente.

Le opere previste nella presente fase progettuale in tale settore, suddiviso in due sottoambiti tipologici riguardano:

- Ambito 10.1 posto a monte della briglia esistente sino alla confluenza tra l'asta del Fandaglia e l'asta del Rio anonimo posto sul limite Est del sito di discarica l'incremento della piazza di deposito esistente, con l'inserimento di tre opere trasversali con altezza utile 2 m a giungere a una pendenza di fondo alveo dello 0,6% e inserimento nel tratto immediatamente a monte della briglia esistente di una serie di arginelli trasversali alla corrente atti a favorire il deposito
- Ambito 10.2 posto a valle della briglia esistente sino alla confluenza del Rio Fornaci si prevede l'inserimento di tre vasche di sedimentazione avente schema analogo a quello presente sul tratto di canale artificiale di raccordo al rio suddetto, aventi lo scopo di intercettare la frazione più fine del materiale in sospensione nella corrente fluida.

#### **5.8.1 Accessi**

L'accesso al settore di intervento è possibile tramite l'utilizzo della pista esistente in sinistra idrografica del Rio Fandaglia estesa sino alla briglia storica qui presente. Per il tratto a valle della

briglia si prevede l'apertura di un nuovo tratto di pista in destra idrografica a collegare il tratto suddetto alla viabilità forestale presente all'altezza della confluenza con il rio Fornaci. Tale nuovo tratto di sviluppo pari a circa 50 m dovrà essere mantenuto al termine dei lavori per esplicitare le periodiche attività manutentive di svuotamento delle vasche dai sedimenti finì ivi depositati. Lo schema tipologico di intervento per la realizzazione del nuovo tratto di pista da mantenere ricalca quello previsto nell'ambito 9 pista con: regolarizzazione del fondo esistente, posa di geotessuto e messa in opera di misto granulare opportunamente rullato sino ad uno spessore finito di 0,20 m ad ottenere un piano viabile con ampiezza minima di 2,50 m

Relativamente al tratto di pista esistente si prevede in un tratto la sua sopraelevazione di modo da evitare interferenza tra il deflusso delle piene anche straordinarie.

### **5.8.2 Opere preliminari e di scavo - Ambito 10.1**

In via preliminare prima della realizzazione delle opere di scavo per l'imposta delle opere in progetto si prevede il taglio della vegetazione invadente posta nell'ambito del perimetro di intervento delimitato a est dalla confluenza del Rio Fornaci e ovest dalla confluenza tra il Rio Est e il Fandaglia. In particolare l'intervento si estenderà in senso trasversale su una fascia di ampiezza pari a 6 m dal ciglio delle sponde sinistra e destra.

Al termine di tali operazioni si potrà procedere alla realizzazione degli scavi volti a liberare dai sedimenti il bacino di laminazione esistente posta a monte della briglia presente sul Rio Fandaglia in corrispondenza del limite Est del sito minerario. Tale materiale da lavorare umido, condizione peraltro permanente nel contesto di fondovalle in cui si andrà ad operare, verrà trasportato nell'ambito del sito minerario circa 300 m a monte a colmare, assieme agli altri materiali in esubero potenzialmente esposti a maggior contaminazione da parte della fibra asbestifera connessi alle lavorazioni previste nel presente progetto, due depressioni esistenti (cfr. Ambito 8). La quota di imposta del nuovo piano finito della vasca si porrà depressa di circa 0,50 m rispetto al piano del guado esistente a monte della briglia presente sul limite Est del sito. Tale piano verrà mantenuto per uno sviluppo di circa 60 m verso monte per una ampiezza trasversale media di 15 m. Proseguendo verso monte si procederà agli sbancamenti necessari a modellare il fondo su una pendenza dello 0,6% e dello 0,9% con interposizione di due salti di fondo di altezza compresa tra 2 e 2,50 m.

Le opere di scavo si completeranno con gli scavi a sezione obbligata necessari all'imposta delle suddette opere trasversali e alle difese di sponda antierosive previste in sinistra e destra idrografica a integrazione dei tratti esistenti. Complessivamente si prevede la mobilitazione di circa 4300 mc di materiale sciolto granulare.

Il materiale proveniente da tale settore verrà in parte reimpiegato per gli riempimenti necessari al rimodellamento del piano viabile, il materiale in esubero verrà conferito al piede della discarica a realizzare l'intervento di cui all'ambito 8.

### **5.8.3 Opere trasversali - Ambito 10.1**

A stabilizzare il fondo e mantenere pendenze minime dello scorrevole atte a favorire il deposito del materiale solido di trasporto si prevede la realizzazione di due briglie in c.a. rivestite sul lato di valle in pietrame dello spessore di 0,25 m e soglia di sfioro protetta con lastre in pietra di Luserna dello spessore di 8-10 cm. L'altezza massima in gaveta è prevista pari a 2 m per l'opera di valle e in 2,50 m per l'opera di monte.

L'ampiezza trasversale delle opere è prevista in circa 15 e 14 m per uno spessore del paramento di 0,50 m. In senso trasversale si prevede la realizzazione di una suola di fondazione con ampiezza complessiva di 3,30 m con spessore di 0,70 m. A impedire fenomeni di instabilizzazione del fondo si è previsto l'inserimento a circa 9 m a valle del paramento di una controbriglia in massi di pietra naturale tra loro connessi mediante pannelli in fune metallica e funi perimetrali, ancorate agli stesso con barre in acciaio annegate in un preforo con malta antiritiro. Nel settore di dissipazione compreso tra briglia e controbriglia è prevista una corazzatura del fondo mediante la gettata di massi in pietra naturale tra loro accostati.

Infine nel settore di valle si prevede l'inserimento di tre ordini di gabbioni trasversali alla direzione della corrente a limitare i fenomeni di risollevarimento dei materiali di fondo nelle fasi impulsive di piena torrentizia.

### **5.8.4 Opere longitudinali Ambito - 10.1**

In sinistra idrografica si prevede il completamento della difesa spondale esistente mediante la realizzazione di un'opera antiersiva in massi di pietra naturale per uno sviluppo di circa 88 m e altezza compresa tra 2,50 e 1,50 m. Parallelamente si procederà in destra idrografica raccordandosi verso monte alla scogliera esistente sul Rio Est. Su tale sponda lo sviluppo complessivo dell'opera longitudinale risulta di circa 93,5 m.

In particolare le scogliere antiersive saranno costituita da massi in pietra naturale giustapposti e mutuamente incastrati tra di loro intasati nella parte in elevazione con terra, a contrastare lo scalzamento al piede e favorire l'attecchimento di essenze arbustive nella parte in elevazione e permettere un corretto inserimento ambientale dell'opera. Solo nel tratto a monte della briglia posta all'altezza della confluenza si prevede l'intasamento della berma di fondazione con calcestruzzo.

L'inclinazione della scarpa lato fiume della difesa antiersiva sarà di tipo costante, in particolare si prevede una scarpa con rapporto lunghezza altezza di 1 su 1. Per la realizzazione si prevede l'impiego di massi provenienti da cava. Il piano di fondazione si collocherà per almeno 1,0 m al di sotto del fondo alveo di progetto.

### **5.8.5 Opere preliminari e di scavo - Ambito 10.2**

In via preliminare prima della realizzazione delle opere di scavo per l'imposta delle opere in progetto si prevede il taglio della vegetazione invadente posta nell'ambito del perimetro di intervento. In particolare l'intervento si estenderà in senso trasversale su una fascia di ampiezza pari a circa 20 m per uno sviluppo di 80 m a valle della briglia esistente.



Al termine di tali operazioni si potrà procedere alla realizzazione degli scavi volti all'inserimento di tre vasche di sedimentazione in c.a.. I materiali di scavo in esubero da lavorare umidi, condizione peraltro permanente nel contesto di fondovalle in cui si andrà ad operare, verranno trasportati nell'ambito del sito minerario circa 350 m a monte a colmare, assieme agli altri materiali in esubero potenzialmente esposti a maggior contaminazione da parte della fibra asbestifera connessi alle lavorazioni previste nel presente progetto, due depressioni esistenti (cfr. Ambito 8). Complessivamente si prevede la mobilitazione in tale sottoambito di circa 1714 mc di materiale sciolto.

#### **5.8.6 Opere trasversali - Ambito 10.2**

Le tre vasche di sedimentazione previste verranno realizzate mediante l'inserimento di quattro opere trasversali in c.a. con soglia di sfioro protetta con lastre in pietra di Luserna dello spessore di 8-10 cm. Tali opere si porranno con passo costante di 12,50 lungo l'attuale alveo del Rio Fandaglia. La vasca di monte sarà elevata di circa 1 m rispetto a quelle di valle che si porranno alla medesima quota.

L'altezza massima in gaveta è prevista in 2,50 m con ampiezza trasversale di 8 m e spessore del paramento di 0,50 m. In senso trasversale si prevede la realizzazione di una suola di fondazione con ampiezza complessiva di 3,30 m e spessore 0,70 m.

Il fondo delle vasche sarà modellato nella vasca di monte e nella vasca di valle in contropendenza con impermeabilizzazione del fondo mediante la fornitura e stesa di una guaina bentonitica protetta da lastre prefabbricate in c.a. dello spessore di 0,10 m tra loro giustapposte.

A valle dell'ultima opera trasversale si prevede la messa in opera di una soglia di dissipazione in gabbioni metallici, mentre alla confluenza con il Rio Fornaci è prevista una soglia trasversale di mantenimento del fondo sempre in gabbioni metallici colmati con ciottolame.

#### **5.8.7 Opere longitudinali – Ambito 10.2**

In sinistra e destra idrografica si prevede di collegare le opere trasversali con opere longitudinali in c.a. con paramento avente altezza di 2,50 m e spessore di 0,50 m. In senso trasversale si prevede la realizzazione di una suola di fondazione con ampiezza complessiva di 2,50 m e spessore 0,70 m. Definiti i cigli superiori delle vasche con la realizzazione di tali opere a tergo delle stesse si prevede la messa in opera di due ordini di gabbioni metallici colmati con ciottolame con altezza fuori terra di 1,50 m estesi per tutto lo sviluppo delle vasche a raccordarsi a monte e a valle alle sponde esistenti.

Al termine dei lavori in alveo verrà consolidata la pista manutentiva prevista in destra idrografica e realizzata una recinzione con rete metallica a maglie romboidali con altezza utile di 1,80 m fissata a picchetti metallici di altezza 2 m. Tale recinzione si porrà sia in destra che in sinistra idrografica parallelamente all'andamento delle vasche per uno sviluppo di 64 m.

## 5.9 Ambito 11

Si tratta di intervenire sull'asta torrentizia denominata in via convenzionale Rio Est venutosi a formare sul limite di raccordo tra morfologia naturale e il corpo della discarica.

Lungo tale asta sono state inserite in passato, in corrispondenza del settore apicale e medio terminale dell'alveo diverse opere trasversali con realizzazione di difese antiersive lungo la sponda sinistra.

Gli interventi previsti in tale fase risultano interessare la parte medio superiore dell'asta e risultano strettamente connessi agli interventi di cui all'ambito 1. In particolare la realizzazione della pista di accesso qui prevista potrà permettere l'estensione delle opere trasversali e longitudinali anche verso monte. Si prevede la realizzazione di opere in legname e pietrame, quali briglie e palificate con inserimento di talee o essenze arbustive.

### 5.9.1 Accessi e opere preliminari

L'accesso al settore di intervento sarà possibile mediante la realizzazione di una pista il cui tracciato è descritto nel paragrafo relativo all'Ambito 1.

Prima della realizzazione delle opere di scavo per l'imposta delle opere in progetto si prevede il taglio della vegetazione riparia, sia in sponda destra che in sponda sinistra. L'intervento si estenderà a partire del settore di imposta a valle della pista in progetto sino al limite di monte dell'area in dissesto presente in sinistra idrografica. Si prevede di intervenire su uno sviluppo di circa 220 m per una ampiezza di 5 m in sinistra e destra idrografica.

### 5.9.2 Opere trasversali

Successivamente alla riprofilatura del fondo alveo, a ripristinare una sezione di deflusso con ampiezza media di base 3 m e altezza di sponda di circa 2 m, si prevede l'inserimento di briglie in legname e pietrame tra loro accoppiate a migliorare la stabilità, di cui quattro gruppi posti nel settore elevato dell'asta al piede del dissesto di cui all'ambito 1 e un gruppo posto nel settore di partenze della pista di accesso al sito. Mediamente si tratta di opere con altezza di circa 3,5 m di cui 2,5 m fuori terra con ampiezza media trasversale di 5 m.

### 5.9.3 Opere longitudinali

Con funzione antiersiva e di stabilizzazione della sponda è prevista la realizzazione in sinistra idrografica di una palificata ad una parete in legname e pietrame con altezza media di 2 m di cui 1,50 al di sopra del fondo scorrevole. Tale opera si raccorderà alle opere trasversali di cui al punto precedente per uno sviluppo complessivo di circa 70 m.

## 5.10 Ambito 12

Tale ambito riguarda la protezione delle superfici adibite al transito veicolare nei confronti del risollevarimento della fibra amiantifera. Si tratta delle, piste necessarie allo svolgimento delle attività manutentive richieste per il mantenimento in efficienza delle opere e per i diversi controlli periodici previsti dai monitoraggi in essere.

Nel presente progetto si è preso in considerazione il tratto di fondovalle esteso per circa 440 m a monte e 100 m a valle dell'ambito 9. In tale settore le acque di corrivazione vanno in parte a scaricarsi in modo incontrollato sul lato di valle dell'asse stradale e quindi verso l'alveo del Rio Fandaglia. Vi è dunque la duplice esigenza, oltre che procedere a una protezione superficiale della superficie stradale esistente, costituita da materiale di lavorazione del sito minerario, di realizzare un limite idrografico che convogli le acque a punti di immissione controllato e nel caso specifico al bacino di sedimentazione dell'ambito 9.

#### **5.10.1 Opere sulla piattaforma stradale**

Ad assolvere alle richieste di sicurezza individuate al punto precedente si prevede la riconfigurazione della piattaforma stradale mediante:

- stesa di un geotessuto posto a separazione tra materiale potenzialmente contaminato in posto e materiale di nuovo apporto esterno al sito, per una ampiezza trasversale di 8 m
- riporto di misto granulare rullato e compattato di nuovo apporto per uno spessore finito di 0,30 m e ampiezza trasversale di 6 m e pendenza trasversale verso monte del 4%
- riprofilatura/regolarizzazione del fosso esistente a giungere a una sezione trapezia di base 0,40 m e altezza 0,50 m con scarpe profilate con rapporto lunghezza altezza di 1 a 1.
- Stesa e fissaggio di una georete tridimensionale antierosiva accoppiata a un geotessuto
- Formazione banchine a monte e a valle mediante fornitura e stesa di terreno agrario per uno spessore medio di 0,40 m e ampiezza di 1,5 m sul lato di monte e 0,50 m sul lato di valle con successivo inerbimento
- Fornitura e posa a passo 30 m di canalette tagliacqua in metallo disposte con inclinazione di circa 30° rispetto all'asse viario a convogliare le acque al fosso di guardia su descritto

Lo sviluppo previsto per tale intervento risulta di 440 m a monte e 100 m a valle dell'attraversamento di convogliamento delle acque del sito ovest di discarica verso la vasca prevista nell'ambito 9 del presente progetto. Per il tratto finale di minor sviluppo ove le pendenze non permettono un riconvogliamento all'attraversamento suddetto le acque verranno convogliate ai settori depressi presenti in corrispondenza dell'ambito 8.

### **5.11 Ambito 13**

#### **5.11.1 Accessi**

Per l'accesso al SIN si utilizzerà la viabilità provinciale esistente, costituita da S.P. n° 26 "per l'Amiantifera", e da questa dalla viabilità secondaria esistente all'interno del perimetro del sito contaminato. In particolare l'Ambito di intervento è raggiungibile sia nella parte in cui è previsto lo scavo sia nella parte in cui è previsto lo stoccaggio del materiale scavato tramite la viabilità esistente. Si tratta di accessi utilizzabile da normali mezzi d'opera in quanto caratterizzati da pendenze non superiori al 20-25%.

### **5.11.2 Le opere in progetto settore Nord**

Gli interventi previsti in tale settore sono volti a uno scarico sommitale del pendio, si prevede quindi:

- ampliamento del gradone posto alla quota media di 865 m s.l.m. con asportazione di circa 12.800 mc di materiale detritico di discarica costituente la parte sommitale della porzione in equilibrio limite. Si prevede di operare su un fronte avente uno sviluppo massimo di circa 150 m con un arretramento massimo di circa 35 m e formazione di una scarpata di raccordo tra gradone di progetto e sommità del pendio disposta con scarpa avente rapporto lunghezza altezza di 2 su 1;
- protezione dai fenomeni di infiltrazione delle acque di corrivazione del gradone di progetto per una superficie subpianeggiante di circa 1500 mq, posta all'incirca in corrispondenza dell'intersezione tra banca in progetto e superficie di scorrimento, mediante fornitura e posa di una geomembrana in HDPE, disposta su una livelletta tale da convogliare le acque al lato interno della banca di progetto, sulla quale porre in opera misto granulare con spessore di 0,20 m a permettere il transito manutentivo;
- realizzazione al limite di raccordo tra banca di progetto e scarpata di scavo di una canaletta rivestita con un geocomposito impermeabile raccordato sul lato di valle al telo in HDPE di cui al punto precedente e bordata sul lato di monte da una palificata semplice in legname; tale asse di scolo verrà integrato da un'analoga canaletta posta su una banca intermedia. Le canalette con sviluppo complessivo di circa 320 m troveranno recapito all'impiuvio esistente posto sul lato Est del perimetro di discarica;
- realizzazione di un inerbimento sistematico delle superfici suborizzontali e inclinate per uno sviluppo areale di circa 4850 mq mediante apporto di uno spessore medio di 0,15 m di terreno vegetale protetto, in corrispondenza delle scarpate, con messa a dimora di rete in fibra naturale biodegradabile e sottoposto a semina con specie erbacee autoctone
- le opere si completeranno con il ripristino della pista di accesso alla banca di progetto per uno sviluppo di circa 30 m e ampiezza 3 m previa stesa di geotessuto e messa in opera di misto granulare di nuovo apporto per uno spessore compreso di 0,20 m

Tutti i materiali provenienti dalle operazioni di scavo e regolarizzazione delle superfici interessate dal dissesto e dai lavori saranno posti a dimora nell'ambito dell'area del SIN e in particolare in corrispondenza del lato sud del settore di discarica come nel seguito specificato.

### **5.11.3 Le opere in progetto settore Sud**

In tale settore troverà collocazione il materiale asportato dal settore Nord, si tratta di una superficie regolare inclinata di circa il 13% delimitata su due lati da scarpate rocciose. Qui si prevede:

- regolarizzazione del piano di appoggio e messa a dimora di una tubazione drenante nell'ambito di un fosso esistente posto sul limite sud orientale del settore di intervento, mediante messa in opera di un tubo corrugato in polietilene Di 160 mm per uno sviluppo

di 90 m rivestito con ghiaia in ragione di 0,30 mc/m e protetto esternamente da geotessuto filtrante;

- messa a rilevato del materiale di scavo proveniente dal Settore Nord per una altezza variabile a raccordarsi alla sommità delle pareti rocciose subverticali presenti sui lati SE e NE a ricostituire il versante originario, con raccordo alla superficie topografica sui rimanenti due lati con scarpate di rilevato aventi rapporto lunghezza altezza di 2 su 1
- realizzazione al limite di raccordo tra rilevato in progetto e versante originario di una canaletta rivestita con un geocomposito impermeabile per uno sviluppo complessivo di circa 260 m troveranno recapito alla rete di drenaggio esistente;
- realizzazione di un inerbimento sistematico delle superfici suborizzontali e inclinate per uno sviluppo areale di circa 5000 mq mediante apporto di uno spessore medio di 0,15 m di terreno vegetale protetto, in corrispondenza delle scarpate, con messa a dimora di rete in fibra naturale biodegradabile e successivamente sottoposto a semina con specie erbacee autoctone
- le opere si completeranno con la realizzazione delle piste di accesso di monte e di valle, collegate alla viabilità esistente, per uno sviluppo di circa 200 m e ampiezza 3 m previa stesa di geotessuto e messa in opera di misto granulare di nuovo apporto per uno spessore compreso di 0,20 m.

#### 5.12 Gruppi di lavorazione omogenea dei lavori a corpo

I gruppi di lavorazione omogenea di cui si compone l'opera, descritti in precedenza sono riassunti nella seguente tabella. Le descrizioni non esaustive andranno integrate con riferimento alle tavole progettuali dei diversi corpi d'opera.

TABELLA "B"

<b>DESCRIZIONE</b>	<b>Importo euro</b>	<b>% sul totale (compresa sicurezza)</b>
SC1 – AMBITO 1 FRANA PRESSO RIO EST comprendente: - risagomatura superficie di frana a regolarizzare le superficie aggettanti e gli accumuli instabili su una superficie di circa 750 mq - realizzazione al piede del dissesto di berme in terra rinforzata con geogriglie e paramento rinverdito con altezza massima di circa 3,50 m - fornitura e stesa lungo la superficie del coronamento di frana di un rivestimento costituito dall'accoppiamento di un geocomposito tridimensionale e di una rete metallica a maglia esagonale 8x10 fortemente zincata, collegata in sommità e al piede a funi correnti diam 12 mm, ancorate al sottosuolo mediante la realizzazione di ancoraggi in barre di acciaio disposte con passo 2 m e approfondite di 3 m messa in opera di quattro ordini di palificate semplici in legname e di rete in fibra naturale sulle superficie rimodellate con completamento delle opere di rinforzo	41'780,36	1,869

mediante un intervento di idrosemina rinforzata con mulch.su tutta la superficie di intervento.		
<p>SC2 – AMBITO 2-3-4 VERSANTE CUMULO EST comprendente</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- risagomatura delle superficie di erosione maggiormente accentuate a riduzione delle pendenze e mitigazione dei cigli dei canali erosivi</li> <li>- messa in opera lungo i canali suddetti di palificate semplici con sviluppo complessivo di circa 150 m e inserimento di 30 staccionate in legname di altezza massima di circa 1,50 m e sviluppo di circa 3 m cadauna, poste trasversalmente alle incisioni a favorire il deposito del materiale fine</li> <li>- realizzazione trasversalmente al versante di tre camminamenti collegati ai passi d'uomo esistenti ed estesi sino al rio Est per uno sviluppo complessivo di circa 1090 m e ampiezza massima trasversale di 1,50 m delimitati a monte e a valle da palizzate in legname con altezza massima di 0,50 m approvvigionate sul luogo per mezzo di macchine di piccole dimensioni e mediante gru forestali a cavo</li> <li>- realizzazione a monte e a valle dei camminamenti per una ampiezza complessiva di 10 m di un inerbimento mediante idrosemina potenziata con mulch.</li> <li>- realizzazione, trasversalmente al versante, di un passo d'uomo con sviluppo di circa 415 m e ampiezza di 2,50 m mediante opere di scavo e inserimento a monte e valle di strutture in legname con altezza massima fuori terra di circa 1,50 m costituite da elementi verticali infissi nel sottosuolo e correnti e traversi orizzontali di contenimento del terreno e collegamento tra le strutture approvvigionate sul luogo per mezzo di macchine di piccole dimensioni e mediante gru forestali a cavo</li> <li>- formazione di un piano viabile sul passo d'uomo mediante fornitura e stesa di misto granulare maturale con realizzazione sul lato di monte di una canalette rivestita con geocomposito tridimensionale.</li> <li>- realizzazione a monte e a valle del passo d'uomo per una ampiezza complessiva di 10 m di un inerbimento mediante idrosemina potenziata con mulch.</li> <li>- realizzazione sul versante, con sesto di impianto di circa 25x10 m, di 445 nuclei di impianto vegetazionale con ampiezze di 6x2 m costituiti dalla messa in opera tondame di castagno di lunghezza 2 m su più livelli, riempimento a tergo in ragione di circa 1 mc a nucleo con terreno vegetale opportunamente ammendato con il 30% di sostanze organiche, fornitura e messa in opera di essenze arbustive ed arboree secondo gli schemi di progetto approvvigionate sul luogo per mezzo di macchine di piccole dimensioni e mediante gru forestali a cavo.</li> </ul>	581'046,06	25,992
<p>SC3 – AMBITI 5 E 6 – BASE CUMULO EST comprendente:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ceduazione dei filari di salice esistenti con depezzamento e spargimento in loco del materiale vegetale di risulta.</li> <li>- Realizzazione di circa 155 nuclei di impianto vegetale posti a tergo delle macchie vegetazionali esistenti di cui al punto precedente con passo di circa 15 m sulle file costituite dalla fornitura e piantamento di essenze arbustive ed arboree protette con shelter e messe a dimora previo inserimento in buca di una miscela ammendante e concimante rispondente alle indicazioni di progetto</li> </ul>	75'582,50	3,381
<p>SC4 – AMBITO 7 – VERSANTE CUMULO OVEST comprendente</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- realizzazione di un inerbimento tecnico sulle superfici non vegetate del versante per un'area di circa 4 ha previa messa in opera di astoni non scortecciati sostenuti</li> </ul>	266'970,56	11,942

<p>da talee di salice infisse nel terreno e successiva idrosemina rinforzata con mulch e ammendata con attivatore biologico</p> <p>- rinforzo di alcuni tratti dei passi d'uomo esistenti, per uno sviluppo complessivo di circa 150 m, mediante la messa in opera di dispositivi di ancoraggio infissi a spinta nel terreno ed tra loro collegati alla sommità da funi metalliche correnti opportunamente tesate con tenditori a contrastare sugli elementi portanti verticali in legname posti a monte e a valle dell'opera da consolidare</p>		
<p>SC5 – AMBITO 8 – PIEDE CUMULO OVEST comprendente:</p> <p>- messa a dimora per strati del materiale proveniente da altri ambiti progettuali a colmatatura di due depressioni esistenti e a rilevato al piede del versante esistente per un volume complessivo di circa 6400 mc</p> <p>Protezione sommitale del materiale di colmatatura e rilevato di cui in precedenza mediante fornitura e posa di geotessile successivamente ricoperto con terreno vegetale per uno spessore minimo di 30 cm</p> <p>- messa in opera di alcuni ordini di palificata semplice in legname sulle scarpate del rilevato e formazione di prato tramite semina a spaglio di un miscuglio di specie erbacee autoctone per una superficie di circa 3400 mq</p>	94'262,67	4,217
<p>SC6 - AMBITO 9 – T. FANDAGLIA SUPERIORE comprendente</p> <p>- ripristino di pista di accesso al sito di imposta delle opere per uno sviluppo di 150 m a ottenere un piano viabile di ampiezza minima di 2,50 m in misto naturale rullato e compattato di spessore 0,20 m messa in opera prevista stesa di geotessuto anticontaminante</p> <p>- Pulizia dell'area di imposta delle opere mediate decespugliamento e taglio della vegetazione con accatastamento in sito della stessa o riutilizzo in altri ambiti</p> <p>- Pulizia vasche di sedimentazioni esistenti mediante opere di scavo e allontanamento del materiale verso l'ambito di intervento precedente</p> <p>- realizzazione di scogliere e mantellate in pietra naturale lungo le sponde del Rio Fandaglia e sul perimetro della vasca di sedimentazione per un volume posto in opera di circa 800 mc di materiale lapidea in blocchi</p>	86'437,20	3,867
<p>SC7 - AMBITO 10.1 – T. FANDAGLIA INFERIORE MONTE comprendente</p> <p>- ripristino di pista di accesso al sito di imposta delle opere per uno sviluppo di 240 m a ottenere un piano viabile di ampiezza minima di 2,50 m in misto naturale rullato e compattato di spessore 0,20 m messa in opera prevista stesa di geotessuto anticontaminante</p> <p>- Pulizia dell'area di imposta delle opere mediate decespugliamento e taglio della vegetazione con accatastamento in sito della stessa o riutilizzo in altri ambiti</p> <p>- scavo di sbancamento e a sezione obbligata per l'inserimento delle opere trasversali e longitudinali in alveo e allontanamento del materiale verso l'ambito di intervento 8</p> <p>- realizzazione di due briglie trasversali all'alveo in c.a. con altezza in gaveta di circa 3 m e ampiezza media di 14 m, rivestire sul lato di valle in muratura di pietrame e in gaveta con lastre di pietra di Luserna fissate alla sottostante struttura in c.a.</p> <p>- realizzazione di controbriglie filtranti in massi di pietra naturale giustapposti e tra loro collegati da pannelli di rete in fune metallica</p> <p>- realizzazione di elementi dissipativi trasversalmente all'alveo mediate gabbioni metallici colmati con pietrame o ciottolame per un volume di circa 28 mc</p>	209'283,45	9,362

- realizzazione di scogliere e mantellate in pietra naturale lungo le sponde e trasversalmente all'alveo per un volume posto in opera di circa 1400 mc di materiale lapidea in blocchi		
<p>SC8 - AMBITO 10.2 – T. FANDAGLIA INFERIORE VALLE comprendente</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ripristino di pista di accesso al sito di imposta delle opere per uno sviluppo di 75 m a ottenere un piano viabile di ampiezza minima di 2,50 m in misto naturale rullato e compattato di spessore 0,20 m messa in opera prevista stesa di geotessuto anticontaminante</li> <li>- Pulizia dell'area di imposta delle opere mediate decespugliamento e taglio della vegetazione con accatastamento in sito della stessa o riutilizzo in altri ambiti per una superficie di circa 1600 mq</li> <li>- scavo di sbancamento e a sezione obbligata per l'inserimento delle opere trasversali e longitudinali in alveo e allontanamento del materiale verso l'ambito di intervento 8</li> <li>- realizzazione di tre vasche di sedimentazione di ampiezza 8 m e lunghezza 12,50 costituite da opere trasversali e longitudinali in c.a. poste in serie e fondo ad altezza variabile da 1 m a 2,50 m ottenuto mediante stesa sul fondo di un telo bentonitico ricoperto da un rilevato di altezza crescente da monte verso valle protetto in sommità da lastre prefabbricate in c.a</li> <li>- rivestimento degli sfiori delle strutture trasversali con lastre di pietra di Luserna fissate alla sottostante struttura in c.a</li> <li>- raccordo di contenimento del terreno laterale e all'alveo di valle con realizzazione di gabbionate metalliche in sinistra e destra idrografica per uno sviluppo di circa 53 m a sezione quadrata con lato 2 m e trasversali a costituire una soglia di fondo di ampiezza 8 m e altezza fuori terra di 1 m.</li> <li>- integrazione della recinzione perimetrale del SIN mediante messa in opera di una rete metallica plastificata di altezza 2 m collegata a piantoni in acciaio verniciato per uno sviluppo di 32 m in destra e in sinistra idrografica</li> </ul>	219'213,52	9,806
<p>SC9 - AMBITO 11 – RIO EST E PISTA DI ACCESSO comprendente</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- realizzazione di una pista forestale carrabile collegata alla viabilità esistente di accesso alla porzione medio elevata del Rio Est, con sviluppo di circa 400 decorrente in destra idrografica del Rio e con sezione trasversale di 3 m, realizzata a mezzacosta con scavo in terra e in roccia e con pendenza inferiore al 20%, munita di 15 cunette tagliacqua in profilo metallico e fosso di guardia sul lato di monte della carreggiata</li> <li>- fornitura e stesa di geojuta sulle scarpate in rilevato e idrosemina rinforzata con mulch, sia sulle scarpate di scavo che su quelle i riporto per una superficie di circa 2200 mq</li> <li>- regimazione idraulica del Rio Est previo diradamento della copertura arborea prospiciente l'alveo per uno sviluppo di circa 220 m e regolarizzazione del fondo mediante opere di scavo con ragno meccanico</li> <li>- realizzazione di 10 brigliette in legname e pietrame di altezza in gaveta di 2,50 m e ampiezza media di 5 m disposte a coppie tra loro collegate da correnti in legname</li> <li>- realizzazione di una difesa longitudinale di sviluppo 65 m mediante la messa in opera di una palificata ad una parete in legname e pietrame con altezza massima di 1,50 m fuori terra</li> </ul>	132'567,21	5,930
SC10 - AMBITO 12 – RETE VIARIA ESISTENTE comprendente	86'466,49	3,868



<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fornitura e stesa di un geotessuto sul piano viario di due tratti della rete viabile esistente per una superficie di circa 4320 mq</li> <li>- fornitura e messa in opera di una strato di misto granulare rullato e compattato per uno spessore finito di 30 cm e sviluppo di 540 m</li> <li>- realizzazione di due banchine inerbite di ampiezza 1 m ai lati della piattaforma stradale mediante formazione di prato previa fornitura e stesa di 40 cm di terreno vegetale</li> <li>- fornitura in opera di 18 cunette tagliacqua in profilo metallico con sviluppo variabile</li> <li>- pulizia e formazioni fossi laterali al piano viabile e rivestimento degli stessi con geocomposito tridimensionale impermeabile</li> <li>- fornitura e posa di cartellonistica verticale di segnalazione pericolo per aree contaminate da amianto sul perimetro del SIN</li> </ul>		
<p>SC11 - AMBITO 13 lato Nord – MOVIMENTO GRAVITATIVO SOMMITÀ CUMULO EST comprendente</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- scavo di sbancamento per la riprofilatura della parte sommitale del cumulo nord per un volume di circa 12800 mc</li> <li>- protezione superficiale della piazza di scavo e del coronamento del dissesto mediante messa in opera di una geomembrana impermeabile su una superficie di circa 1500 mq</li> <li>- ripristino della piste manutentive mediante fornitura e stesa di geotessuto e ricoprimento con misto granulare rullato e compattato per uno spessore finito minimo di 30 cm per una superficie di 1800 mq</li> <li>- realizzazione di una palificata semplice ali piede delle scarpate e ripristino della rete di regimazione e convogliamento delle acque di corrivazione mediante la realizzazione di un fosso di guardia a sezione trapezia rivestito con geocomposito impermeabile e attraversamenti con tubi autoportanti in c.a. per uno sviluppo complessivo di circa 590 m</li> <li>- rivestimento delle scarpate di scavo mediante fornitura e posa di geojuta, stesa di terreno vegetale per uno spessore medio di 15 cm</li> <li>- formazione di prato mediante semina di essenze erbacee autoctone su una superficie di circa 4850 mq</li> </ul>	150'312,46	6,724
<p>SC12 - AMBITO 13 lato Sud – STOCCAGGIO MATERIALI DI SCAVO LATO NORD comprendente</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Formazione di rilevato opportunamente gradonato ottenuto con i materiali di risagomatura di cui all'ambito precedente previa preparazione del fondo mediante gradonatura e formazione d drenaggio in corrispondenza di una linea di corrivazione delle acque esistente mediante posa di tubo corrugato e formazione di drenaggio in pietrame per uno sviluppo di 90 m</li> <li>- Formazione di piste manutentive mediante fornitura e stesa di geotessuto e ricoprimento con misto granulare rullato e compattato per uno spessore finito minimo di 30 cm per una superficie di 640 mq</li> <li>- realizzazione di una palificata semplice ali piede delle scarpate e formazione rete di regimazione e convogliamento delle acque di corrivazione mediante la realizzazione di un fosso di guardia a sezione trapezia rivestito con geocomposito impermeabile e attraversamenti con tubi autoportanti in c.a. per uno sviluppo complessivo di circa 300 m</li> </ul>	96'077,52	4,298

<ul style="list-style-type: none"> <li>- rivestimento delle scarpate di rilevato mediante fornitura e posa di geojuta, stesa di terreno vegetale per uno spessore medio di 15 cm</li> <li>- formazione di prato mediante semina di essenze erbacee autoctone su una superficie di circa 5000 mq</li> </ul>		
<p>SC13 - COSTI SPECIFICI ANALITICI DA PSC NON SOGGETTI A RIBASSO, comprensivi degli oneri prevenzione contrasto COVID 19 comprendenti:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Realizzazione delle opere di un impianto di bagnatura a mitigare il rischio di sollevamento polveri in fase di cantiere mediante messa in opera di vasca componibile in vetroresina della capacità di 15 mc e di una rete costituita quattro linee di tubazioni in PEAD poste ad alimentazione di 20 idranti posti lungo il versante compresa l'alimentazione con autobotte del serbatoio per tutto il periodo del cantiere e la bagnatura delle piste di cantiere</li> <li>- Adozione delle attrezzature e dei dispositivi necessari alla protezione delle vie respiratorie quali allestimento di unità di decontaminazione, fornitura di tute e semimaschere facciali per tutto il periodo del cantiere</li> <li>- adozione di attrezzature e dispositivi per la sicurezza delle lavorazioni previste in cantiere quali installazione di nuclei abitativi muniti di servizi igienici, WC chimici di prossimità dei diversi ambiti di intervento, recinzioni dei settori potenzialmente interferenti con altre attività interne al SIN, messa in opera di linee anticaduta in corrispondenza dei settori maggiormente esposti a tale rischio. Vita.</li> <li>- sanificazione dei mezzi e attrezzature per tutto il perdurare del cantiere o del periodo di emergenza correlato al COVID19</li> </ul>	195.500,00	8,745
<b>TOTALE APPALTO</b>	<b>2'235'500,00</b>	<b>100,000</b>

## **6 MODALITÀ DI ESECUZIONE DELLE OPERE**

### **6.1 Interventi sulla vegetazione preliminari alle opere**

#### **6.1.1 Generalità**

I lavori descritti in questo capitolo riguardano le operazioni di manutenzione straordinaria dei corsi d'acqua, dei limitrofi settori, sui settori di versante del corpo di scarica o necessarie per la realizzazione delle piste di accesso al cantiere e comprendono, in particolare, interventi di decespugliamento, disboscamento.

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

#### **6.1.2 Interventi selvicolturali**

Tutti gli interventi selvicolturali e di taglio piante dovranno essere eseguiti nel rispetto di quanto previsto dal Reg. forestale regionale vigente al momento dell'effettuazione delle operazioni.

#### **6.1.3 Diradamenti e altri interventi selvicolturali.**

Diradamenti liberi / selettivi, massali o con designazione dei candidati riduzione della biomassa legnosa a carico di piante presenti sia nel piano dominante che in quello dominato al fine di aumentare la stabilità del popolamento, prevenire le avversità climatiche e biotiche, educare le piante di avvenire, migliorare la qualità delle produzioni, scelta degli alberi candidati e degli indifferenti ed eliminazione dei concorrenti, compresa sramatura, depezzatura della ramaglia, concentramento dei fusti per il successivo esbosco (prelievo medio 1/3 della massa, fino al 50% dei soggetti).

L'operazione prevede l'abbattimento, l'allestimento e l'esbosco della pianta fino all'imposto per il carico su autocarro e stoccaggio nell'ambito del perimetro del SIN.

#### **6.1.4 Taglio di esemplari arborei**

Il taglio degli esemplari arborei dovrà avvenire raso terra. Le piante tagliate dovranno essere indirizzate verso aree non pericolose per l'incolumità dell'abbattitore o altrui; si dovrà prestare attenzione a non danneggiare edifici o altre strutture, le piante circostanti, la rinnovazione forestale nonché la stessa pianta abbattuta; qualsiasi tipo di danno sarà imputabile esclusivamente all'Impresa. Il taglio dovrà essere netto e la superficie di taglio sulla ceppaia dovrà essere a spiovente così da permettere l'allontanamento dell'acqua piovana. Dovranno essere evitate scosciature o altre rotture del fusto in fase di abbattimento. Una volta abbattuta la pianta andrà prima sramata, tagliando i rami a filo del tronco, successivamente depezzata mantenendo integra la qualità degli assortimenti migliori. I topi destinabili alla segagione dovranno essere tagliati di lunghezza di due metri e, ove possibile, quattro metri. I vari materiali verranno trainati tramite trattore forestale munito di verricello, accumulati nelle piazzole di deposito.

Il materiale di seconda scelta andrà depezzato in topi da 1 m di lunghezza.

### **6.1.5 Asportazione ceppaie**

Le ceppaie delle piante tagliate interferenti con le opere da realizzare dovranno essere eliminate con l'ausilio di un escavatore. Il ceppo di risulta dovrà essere allontanato in luogo indicato dalla D.L. Successivamente all'eliminazione del ceppo il terreno dovrà essere livellato perfettamente e il materiale vegetale o litoide eliminato.

### **6.1.6 Taglio della vegetazione arbustiva**

La vegetazione arbustiva nelle aree da ripulire dovrà essere tagliata completamente previo altre indicazioni da parte della D.L. La ramaglia ottenuta andrà allontanata ed eliminata mediante cippatura o trasporto a discarica nell'ambito del SIN. Se richiesto dalla D.L. le ceppaie andranno eliminate. Fa eccezione la copertura arbustiva del versante di discarica nell'ambito del quale il materiale di taglio dovrà essere mantenuto in sito mediante sommario depezzamento o riduzione in scaglie.

L'operazione dovrà essere eseguita a mano con l'ausilio di decespugliatori ove possibile, preservando la rinnovazione forestale presente.

## **6.2 Scavi a sezione obbligata e sbancamenti in generale**

Per gli scavi di sbancamento generale e/o per quelli a sezione obbligata e per la formazione dei rinterri e dei rilevati si farà riferimento esclusivamente ai disegni di progetto esecutivo e alle ulteriori prescrizioni della direzione dei lavori. Stante le peculiarità del settore di intervento relativamente agli scavi di sbancamento si dovrà procedere per fronti limitati in sviluppo, con costante bagnatura e, ove non sia possibile un'immediata copertura con terreno agrario, si dovrà provvedere a una protezione temporanea delle superficie esposte con opportuni teli, ad evitare il risollevarimento di polveri contenenti fibre asbestifere

### **6.2.1 Ricognizione**

L'appaltatore prima di eseguire gli scavi o gli sbancamenti previsti deve verificare la presenza di eventuali scavi precedenti, tubazioni di acqua, gas e fognature, cavi elettrici e telefonici, cavità sotterranee, ecc. eventualmente non indicati (o indicati erroneamente) negli elaborati progettuali esecutivi, in modo da potere impiegare i mezzi idonei per l'esecuzione dei lavori in appalto.

### **6.2.2 Pulizia dell'area**

Sono a carico dell'appaltatore gli oneri per la pulizia generale della zona interessata dai lavori, ivi incluso il taglio di alberi, di siepi e l'estirpazione di eventuali ceppaie.

La terra vegetale eventualmente asportata per la profondità preventivamente concordata con la direzione dei lavori non dovrà essere mescolata con il terreno sottostante. La terra vegetale deve essere accumulata in cantiere nelle aree indicate dalla direzione dei lavori.

### **6.2.3 Riferimento ai disegni di progetto esecutivo**

Per gli scavi di sbancamento generale e/o per quelli a sezione obbligata e per la formazione dei rinterri e dei rilevati si farà riferimento esclusivamente ai disegni di progetto esecutivo e alle prescrizioni della direzione dei lavori.

### **6.2.4 Splanteamento e sbancamento**

Nei lavori di splanteamento o di sbancamento eseguiti senza l'impiego di escavatori meccanici, le pareti delle fronti di attacco devono avere un'inclinazione o un tracciato tali, in relazione alla natura del terreno, da impedire franamenti. Quando la parete del fronte di attacco supera l'altezza di 150 cm, è vietato il sistema di scavo manuale per scalzamento alla base e conseguente franamento della parete.

Quando per la particolare natura del terreno o per causa di piogge, di infiltrazione, di gelo o disgelo o per altri motivi siano da temere frane o scoscendimenti, si deve predisporre alla necessaria armatura o al consolidamento del terreno.

### **6.2.5 Scavi a sezione obbligata**

Gli scavi a sezione obbligata devono essere effettuati fino alle profondità indicate nel progetto esecutivo con le tolleranze ammesse.

Gli scavi a sezione obbligata eventualmente eseguiti oltre la profondità prescritta devono essere riportati al giusto livello con calcestruzzo magro o sabbione, a cura e a spese dell'appaltatore.

Eventuali tubazioni esistenti che devono essere abbandonate dovranno essere rimosse dall'area di scavo di fondazione.

Nello scavo di pozzi e di trincee profondi più di 150 cm, quando la consistenza del terreno non dia sufficiente garanzia di stabilità, anche in relazione alla pendenza delle pareti, si deve provvedere, man mano che procede lo scavo, all'applicazione delle necessarie armature di sostegno.

I sistemi di rivestimento delle pareti devono sporgere dai bordi degli scavi di almeno 30 cm.

Idonee armature e precauzioni devono essere adottate nelle sottomurazioni e quando in vicinanza dei relativi scavi vi siano fabbriche o manufatti le cui fondazioni possano essere scoperte o indebolite dagli scavi.

Sono a carico dell'appaltatore gli oneri per l'esaurimento delle acque superficiali o di infiltrazioni concorrenti nei cavi, l'esecuzione di opere provvisorie per lo scolo e la deviazione preventiva di esse dalle sedi stradali o dal cantiere in generale.

### **6.2.6 Scavi in presenza d'acqua**

Sono definiti scavi in acqua quelli eseguiti in zone del terreno dove la falda acquifera, pur ricorrendo a opere provvisorie di eliminazione per ottenere un abbassamento della falda, sia costantemente presente a un livello di almeno 20 cm dal fondo dello scavo.

Nel prosciugamento è opportuno che la superficie freatica si abbassi oltre la quota del fondo dello scavo per un tratto di 40-60 cm inversamente proporzionale alla granulometria del terreno in esame.

### **6.2.7 Pompe di aggettamento**

Le pompe di aggettamento (o di drenaggio) devono essere predisposte dall'appaltatore in quantità, portata e prevalenza sufficienti a garantire nello scavo una presenza di acqua di falda inferiore a 20 cm e in generale per scavi poco profondi.

L'impiego delle pompe di aggettamento potrà essere richiesto a giudizio insindacabile della direzione dei lavori e per il loro impiego verrà riconosciuto all'appaltatore il compenso convenuto. I sistemi di prosciugamento del fondo adottati dall'appaltatore devono essere accettati dalla direzione dei lavori, specialmente durante l'esecuzione di strutture in cemento armato, al fine di prevenire il dilavamento del calcestruzzo o delle malte.

### **6.2.8 Impiego di esplosivi**

L'uso di esplosivi per l'esecuzione di scavi è vietato.

### **6.2.9 Deposito di materiali in prossimità degli scavi**

È vietato costituire depositi di materiali presso il ciglio degli scavi. Qualora tali depositi siano necessari per le condizioni del lavoro, si deve provvedere alle opportune puntellature.

### **6.2.10 Sistemazione di strade, accessi e ripristino passaggi**

Sono a carico dell'appaltatore gli oneri per la sistemazione delle strade e dei collegamenti esterni e interni e la collocazione, ove necessario, di ponticelli, andatoie, rampe e scalette di adeguata portanza e sicurezza.

Prima di dare inizio a lavori di sistemazione, varianti, allargamenti e attraversamenti di strade esistenti, l'impresa è tenuta a informarsi dell'eventuale esistenza di cavi sotterranei (telefonici, telegrafici, elettrici) o condutture (acquedotti, gasdotti, fognature) nelle zone nelle quali ricadono i lavori stessi. In caso affermativo, l'impresa dovrà comunicare agli enti proprietari di dette opere o impianti (Enel, Telecom, P.T., comuni, consorzi, società, ecc.) la data presumibile dell'esecuzione dei lavori nelle zone interessate, chiedendo altresì tutti quei dati (ubicazione, profondità, ecc.) necessari al fine di eseguire tutti i lavori con le opportune cautele, onde evitare danni alle suddette opere.

Qualora nonostante le cautele usate, si dovessero manifestare danni ai cavi o alle condotte, l'impresa dovrà procedere a darne immediato avviso mediante telegramma sia agli enti proprietari delle strade che agli enti proprietari delle opere danneggiate oltreché naturalmente alla direzione dei lavori.

Fanno comunque carico alla stazione appaltante gli oneri relativi a eventuali spostamenti temporanei e/o definitivi di cavi o condotte.

### **6.2.11 Manutenzione degli scavi**

Gli scavi di fondazione dovranno essere mantenuti asciutti, in relazione al tipo di lavoro da eseguire.

Si dovranno proteggere le zone scavate e le scarpate per evitare eventuali scoscendimenti e/o franamenti. Rifiuti e macerie dovranno essere asportati dagli scavi prima dell'esecuzione delle opere susseguenti.

#### **6.2.12 Divieti per l'appaltatore dopo l'esecuzione degli scavi**

L'appaltatore, dopo l'esecuzione degli scavi di fondazione o di sbancamento, non può iniziare l'esecuzione delle strutture di fondazione prima che la direzione dei lavori abbia verificato la rispondenza geometrica degli scavi o degli sbancamenti alle prescrizioni del progetto esecutivo e l'eventuale successiva verifica geologica e geotecnica del terreno di fondazione.

#### **6.2.13 Riparazione di sottoservizi**

L'appaltatore ha l'obbligo e l'onere di riparare o di provvedere al pagamento delle spese di riparazione alle aziende erogatrici di eventuali sottoservizi (allacci fognari, tubazione di adduzione acqua, gas, ecc.) danneggiati dall'impresa durante l'esecuzione degli scavi e delle demolizioni.

### **6.3 Rinterri**

Per la formazione dei rilevati o per qualunque opera di rinterro ovvero per riempire i vuoti tra le pareti degli scavi e le murature o le strutture di fondazione o da addossare alle murature o alle strutture di fondazione e fino alle quote prescritte dagli elaborati progettuali o dalla direzione dei lavori, si impiegheranno in generale e, salvo quanto segue, fino al loro totale esaurimento, tutte le materie provenienti dagli scavi di qualsiasi genere eseguiti per quel cantiere in quanto disponibili e adatte, a giudizio della direzione dei lavori, per la formazione dei rilevati.

Qualora venissero a mancare in tutto o in parte i materiali di cui sopra, si preleveranno le materie occorrenti ovunque l'appaltatore crederà di sua convenienza, purché i materiali siano riconosciuti idonei dalla direzione dei lavori.

Per rilevati e rinterri da addossarsi alle murature o alle strutture di fondazione, si dovranno sempre impiegare materie sciolte o ghiaiose, restando vietato in modo assoluto l'impiego di quelle argillose e in generale di tutte quelle che con l'assorbimento di acqua si rammoliscono e si gonfiano generando spinte.

Nella formazione dei suddetti rilevati, rinterri e riempimenti, dovrà essere usata ogni diligenza perché la loro esecuzione proceda per strati orizzontali di eguale altezza non superiori a 30 cm, disponendo contemporaneamente le materie ben sminuzzate con la maggiore regolarità e precauzione possibile, in modo

da caricare uniformemente le strutture portanti su tutti i lati e così da evitare le sfiancature che potrebbero derivare da un carico male distribuito.

Le materie trasportate in rilevato o rinterro con vagoni o automezzi non dovranno essere scaricate direttamente contro le murature, ma dovranno depositarsi in vicinanza dell'opera, per essere riprese successivamente al momento della formazione dei suddetti rinterri.

È vietato addossare terrapieni a murature o strutture in cemento armato di recente realizzazione e delle quali si riconosca non completato il processo di maturazione.

Tutte le riparazioni o ricostruzioni che si rendessero necessarie per la mancata o imperfetta osservanza delle prescrizioni del presente articolo saranno a completo carico dell'appaltatore.

È obbligo dell'appaltatore, escluso qualsiasi compenso, dare ai rilevati durante la loro costruzione le dimensioni richieste dall'assestamento delle terre, affinché al momento del collaudo i rilevati eseguiti abbiano dimensioni non inferiori a quelle ordinate.

#### **6.4 Formazione di rilevati**

##### **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 o alla formazione di berme di consolidamento al piede dei versanti e su versanti poco acclivi in genere.

##### **Caratteristiche dei materiali**

Per i rilevati arginali, con riferimento alla classificazione contenuta nelle norme CNR UNI 10006, le terre preferibilmente da utilizzare saranno di tipo argilloso e limoso (classi A-4, A-6, A-7-6), con contenuto minimo di sabbia pari al 15% e con indice di plasticità inferiore a 25. In casi di accertata impossibilità di ottenere una classe di rilevato superiore a quella con classifica A-3 è facoltà dell'Ufficio di Direzione Lavori di accettare il materiale posto in opera, prescrivendo uno spessore non inferiore a 40 cm. di terreno vegetale sul paramento a fiume del rilevato. Non si dovranno utilizzare le materie organiche e le sabbie pulite.

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

Per le berme di consolidamento o di profilatura in genere potrà essere utilizzato materiale di qualunque classe, anche proveniente dagli scavi in siti limitrofi ma comunque privo di componente organica. Il materiale posto in opera dovrà avere valori del peso in volume allo stato secco pari al 85% 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.

##### **Modalità esecutive**



Prima di procedere alla costruzione del rilevato o dell'argine, sarà necessario preparare il terreno di posa, provvedendo all'asportazione del terreno vegetale e degli apparati radicali ed eventualmente 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 del manufatto in terra andranno seguite le indicazioni progettuali riportate nei disegni esecutivi, sia per quanto riguarda le dimensioni del rilevato e la pendenza delle scarpate, sia per quanto riguarda lo spessore degli strati, il tipo di macchina da utilizzare per il costipamento ed il numero di passate.

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

### **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.

### 6.5 Terre rinforzate

Tra le soluzioni di ingegneria naturalistica più utilizzate, la terra rinforzata (o armata) realizzata secondo la norma UNI EN 14475, costituisce una valida alternativa ai muri in calcestruzzo per applicazioni come: rilevati stradali, barriere antirumore, valli paramassi, muri di sottoscarpa, opere di mascheramento e realizzazione di terrapieni, ecc.

La terra armata è costituita dal terreno di riempimento e dai rinforzi (o armature), geotessili o geogriglie che forniscono l'adeguata resistenza al terreno.

Si farà un maggiore ricorso a questa tecnologia, qualora sia richiesto un minor impatto ambientale, in quanto sarà possibile un rinverdimento della struttura. Le terre rinforzate, inoltre, sono da preferire per il comportamento elastico che le contraddistingue in caso di sollecitazioni naturali del terreno. Di seguito le tipologie:

- a) con geogriglie
- b) con griglia e armatura metallica
- c) con rete metallica a doppia torsione

Formazione di opere sostegno in terra rinforzata abbinando materiali di rinforzo di varia natura con paramenti sul fronte esterno realizzati in modo da consentire la crescita delle piante. Ciò si ottiene secondo le seguenti prescrizioni generali:

- pendenza massima del fronte esterno di 70° per consentire alle piante di ricevere almeno in parte l'apporto delle acque meteoriche;
- presenza di uno strato di terreno vegetale verso l'esterno a contatto con il paramento - rivestimento verso l'esterno con una stuoia sintetica o biodegradabile che trattienga il suolo consentendo la radicazione delle piante erbacee;
- idrosemina con miscele adatte alle condizioni di intervento con quantità minima di seme di 40 g/m<sup>2</sup>, collanti, ammendanti, concimanti e fibre organiche in quantità tali da garantire la crescita e l'autonomia del cotico erboso;
- messa a dimora di specie arbustive pioniere locali per talee (10pz. x m lineare per ogni strato) o piante radicate in quantità minima di 1 ogni m<sup>2</sup>, che svolgono nel tempo le seguenti funzioni: consolidamento mediante radicazione dello strato esterno della terra rinforzata; copertura verde della scarpata con effetto combinato di prato-pascolo arbustato che più si avvicina agli stadi vegetazionali delle scarpate naturali in condizioni analoghe; raccolta e invito delle acque meteoriche, sopperendo in tal modo all'eccessivo drenaggio dell'inerte e all'eccessiva verticalità.
- realizzazione di sistemi di drenaggio che non impediscano però la crescita delle radici.

L'impiego delle specie arbustive sulle terre rinforzate va considerato quindi una condizione importante per dare completezza naturalistica a questo tipo di interventi. Per le terre rinforzate a paramento vegetato valgono, e devono essere parte integrante della progettazione, i principi

statici e costruttivi delle terre rinforzate con particolare riferimento a: verifica di stabilità interna e composta in assenza di pressioni interstiziali, verifica di stabilità esterna (schiacciamento del terreno di fondazione, ribaltamento, scivolamento lungo il piano di base) e quella globale dell'insieme struttura terreno; dimensionamento opportuno dei materiali di rinforzo in funzione della tensione e deformazione ammissibile e di esercizio della struttura in relazione all'altezza e profondità della terra rinforzata, spessore degli strati, pendenza, caratteristiche del rilevato; selezione degli inerti in base alle loro caratteristiche geomeccaniche e di drenaggio; compattazione degli stessi a strati di spessore massimo 0,35 m mediante bagnatura e rullatura con rullo vibrante con raggiungimento del fattore di compattazione almeno pari al 95 % dello standard Proctor.

- a. con geogriglie: per il rinforzo delle terre vengono utilizzati geogriglie costituite da polimeri di varia natura (poliestere, polivinilalcol, poliamide, polietilene e polipropilene) e aventi struttura piana con una distribuzione regolare delle dimensioni della maglia. Nella specifica del materiale di rinforzo da impiegare, oltre alle caratteristiche fisiche quali resistenza a trazione (da definire mediante calcolo e comunque non inferiore a 25 kN/m) e deformazione massima a rottura non superiore al 13% (UNI EN ISO 10319) compatibile con le deformazioni della struttura rinforzata, dovrà essere indicato il valore di tensione ammissibile del materiale (basato su un fattore di riduzione  $f_m$  (fattore di sicurezza complessivo di una geogriglia per il rinforzo dei terreni) sul materiale di rinforzo non superiore a 2) che tenga in considerazione la natura del polimero, la qualità delle fibre impiegate, il comportamento al creep del materiale, il danneggiamento meccanico, chimico ed ai raggi UV e la durata di esercizio dell'opera: tali caratteristiche dovranno essere identificate in accordo con gli Standard di qualità conformi alle norme vigenti. Indicativamente per il caso di specie si potrà far riferimento alle seguenti caratteristiche fisico meccaniche minime:

·POLIMERO (ASTM D1248): poliestere, polietilene o polipropilene estruso e stirato longitudinalmente (gruppo III, classe A, grado 5)

·RESISTENZA A TRAZIONE SU BANDA LARGA (ISO 10319): 100 kN/m

·ALLUNGAMENTO A SNERVAMENTO (GRI-GG1): non superiore a 14%;

·RESISTENZA DELLE GIUNZIONI (GRI-GG2): 80 kN/m

·RESISTENZA A LUNGO TERMINE (GRI-GG3, GRI-GG4): > 40 kN/m

Le geogriglie dovranno avere il marchio CE in conformità alle norme, rilasciato da un organismo accreditato. Le geogriglie dovranno inoltre essere certificate dall'ITC (Istituto per le Tecnologie della Costruzione), dal BBA (British Board Agreement) o altro equivalente istituto accreditato per garantire una durata di esercizio di almeno 120 anni. La geogriglia, oltre a fungere da rinforzo orizzontale, viene risvoltata attorno alla facciata chiudendo frontalmente il materiale di riempimento. Il contenimento durante la rullatura è garantito da

cassieri mobili o da cassieri in rete elettrosaldata fissi, il cui posizionamento a scalare verso l'alto determinerà la pendenza finale del fronte. L'impiego delle geogriglie, aventi maglia aperta, è migliorativo in funzione della crescita delle piante e del cotico erboso. Per problemi di trattenimento dello strato di terreno vegetale fronte esterno vengono abbinati alla geogriglia, geostuoie tridimensionali d'obbligo su terre rinforzate spondali, biostuoie in fibra vegetale o geosintetici a maglia aperta.

- b. con griglia e armatura metallica: le armature vengono realizzate con lamine metalliche di lunghezza variabile, a aderenza migliorata mediante rilievi trasversali in numero non inferiore a 24/m su entrambe le facce, in acciaio zincato a caldo di sezione minima di 5x45 mm vincolate a griglie frontali in rete metallica elettrosaldata inclinata di circa 63°, che funge da cassero, in acciaio zincato a caldo con maglia minima di 10x10 cm di diametri differenziati da 6 mm a 14 mm, rivestite all'interno da una biostuoia e/o da una geostuoia tridimensionale in materiale sintetico con elevate caratteristiche di resistenza agli agenti chimici e atmosferici.
- c. con rete metallica a doppia torsione: il paramento esterno (max 70°) e l'armatura orizzontale sono realizzati con elementi in rete metallica a doppia torsione conforme alle Linee guida del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici con maglia esagonale minima 8x10 (conforme alle UNI EN 10223-3), tessuta con trafilato di ferro di diametro minimo 2,2 mm (conforme alle UNI EN 10218) protetto con lega Zn-Al5%-MM (conforme alle UNI EN 10244-2 Classe A tab. 2) e successivo rivestimento plastico (conforme alle UNI EN 10245-2 e/o 3) di spessore nominale 0,4 mm e diametro complessivo del filo 3,2 mm, avente resistenza nominale non inferiore a 35 kN/m; gli elementi sono di lunghezza variabile e costituiscono senza soluzione di continuità anche il paramento esterno verticale, a gradoni o inclinato, che è rinforzato da barrette metalliche inserite nella rete e da un ulteriore pannello in rete metallica a doppia torsione abbinato a un geosintetico o a un biostuoia-biofeltro che garantisca il trattenimento del materiale terroso e la crescita del cotico erboso e delle piante.

La formazione dei rilevati in terra rinforzata potrà essere effettuata utilizzando il materiale proveniente dagli scavi opportunamente miscelato, nel caso in esame al 50%, con materiale di classe A1a, A1b, A3 della classificazione delle terre CNR UNI 10006 apportato a cura dell'Impresa.

Si procederà con l'esecuzione di strati orizzontali, di eguale spessore da tutte le parti, non superiore a 30 cm di materiale soffice, che verranno successivamente costipati sino ad ottenere valori di modulo svizzero pari a 800 kg/cmq. Alternativamente verranno stesi, secondo le dimensioni, la tipologia e la forma prevista in progetto e prescritte dalla D.L., strati di geogriglie,

in direzione ortogonale (armatura principale) al rilevato. Il rilevato dovrà presentare verso valle una scarpata inclinata di 70° rispetto all'orizzontale. Lo strato corticale del rilevato sul paramento di valle nonché la sommità dovrà essere ammendata tramite l'apporto di terreno vegetale in modo da favorire l'attecchimento delle essenze erbacee di cui alla successiva semina.

I risvolti della geogriglia dovranno essere eseguiti utilizzando appositi casseri provvisori e rimovibili in legname affinché risulti garantita la pendenza prevista in progetto.

Le armature principali dovranno essere disposte con un ricoprimento del 10 % sulla larghezza del telo. La costruzione del rilevato non potrà essere sospesa senza che venga data allo stesso una configurazione stabile e in grado di smaltire le acque meteoriche. Eventuali cedimenti crolli o franamenti che si verificassero durante i lavori di costruzione e dopo l'ultimazione dei lavori sino al collaudo, dovranno essere ripristinati dall'Impresa Appaltatrice che si farà carico degli oneri relativi.

A tergo del manufatto, a garantire il drenaggio dell'opera è prevista la fornitura e messa in opera di un pannello drenante prefabbricato ad alte prestazioni idrauliche e meccaniche costituito da: - involucro scatolare in rete metallica a doppia torsione con maglia esagonale tipo 8x10 e filo diametro 2,70 mm, galvanizzato con lega di Zinco-Alluminio (ZN.AL 5%); - rivestimento interno in geotessile tessuto monofilamento in polietilene ad alta densità e nucleo drenante in trucioli di polistirolo vergine di prima produzione non riciclato imputrescibile e chimicamente inerte all'acqua, con dimensioni medie inferiori a 10x20 mm. - tubo microfessurato in polietilene ad alta densità corrugato nella parte esterna, con diametro esterno 160 mm e interno 137 mm, preassemblato alla base del pannello. Il tubo drenante posto alla base del pannello verrà raccordato ai gabbioni di base mediante messa in opera di uno strato di materiale drenante costituito da ghiaia o ciottoli.

## **6.6 Opere di protezione spondale in massi**

### **Generalità**

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

### **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:

- massa volumica:  $\geq 24 \text{ kN/m}^3$  (2400 kgf/m<sup>3</sup>)
- resistenza alla compressione:  $\geq 80 \text{ Mpa}$  (800 kgf/cm<sup>2</sup>)
- coefficiente di usura:  $\leq 1,5 \text{ mm}$

- coefficiente di imbibizione:  $\leq 5\%$
- gelività: il materiale deve risultare non gelivo

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

### **Modalità esecutive**

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

Per lavori eseguiti in assenza di acqua, in corsi d'acqua soggetti ad asciutta, oppure, in condizioni di magra, con livelli d'acqua inferiori a 0,50 m, la berma sarà realizzata entro uno scavo di fondazione di forma prossima a quella trapezia.

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

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

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

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

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

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

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

### **Prove di accettazione e controllo**

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

Dovrà essere eseguito almeno un controllo di accettazione per ogni duemila metri cubi di materiale lapideo da utilizzare: l'esito di tale controllo sarà vincolante per l'accettazione della partita relativa al suddetto tratto di opera.

L'Impresa dovrà inoltre attestare, mediante idonei certificati a data non anteriore ad un anno, le caratteristiche del materiale. Tali certificati potranno altresì valere come attestazioni temporanee sostitutive nelle more dell'esecuzione delle prove di durata sui campioni prelevati.

Il controllo consisterà nella individuazione da parte dall'Ufficio di Direzione Lavori, a suo insindacabile giudizio, di almeno dieci 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 quantità 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.

## **6.7 Gabbioni e materassi metallici**

### **6.7.1 Campo di applicazione**

Le presenti specifiche riguardano gabbioni a scatola da impiegare per opere di sostegno a gravità, consistenti in strutture di forma parallelepipedica od a prisma trapezio fabbricate in rete metallica a maglia esagonale a doppia torsione con riempimento in pietrame.

Per tutti gli aspetti non specificatamente trattati si farà riferimento alle linee guida per la redazione di capitolati per l'impiego di rete metallica a doppia torsione del 12.05.2006.

### **6.7.2 Materiali**

#### **Filo metallico**

Il filo metallico utilizzato per la costruzione della rete sia per le legature sarà a basso tenore di carbonio costituito da vergella utilizzata nei processi di trafilatura a freddo di cui alla UNI EN 10016-2.

La resistenza a trazione sarà conforme alla UNI EN 10223-3 (valori compresi tra 350 e 550 MPa, allungamento a rottura non inferiore al 10%).

Le tolleranze dimensionali saranno quelle stabilite dalla UNI EN 10218-2 classe T1; per i diametri standard esse risultano:

- diametri 2,2, 2,4 e 2,7 mm:  $\pm 0,06$  mm
- diametri 3,0, 3,4 e 3,9 mm:  $\pm 0,07$  mm

### **Rivestimento protettivo**

Sono previsti:

- a) rivestimento in lega eutettica zinco-alluminio (95%-5%) - cerio – lantanio;
- b) rivestimento polimerico estruso o sinterizzato in PVC, aggiuntivo rispetto a quello del p.to a).

Il rivestimento in lega eutettica sarà conforme alla UNI EN 10244-2 classe A.

Il ricoprimento minimo in funzione del diametro nominale del filo sarà definito come dal seguente prospetto:

Diametro (mm)	Ricoprimento minimo (g/m <sup>2</sup> )
2,0	215
2,2	230
2,4	230
2,7	245
3,0	255
3,4	265
3,9	275

Il rivestimento in PVC sarà conforme alla UNI EN 10245-2 ed avrà spessore nominale 0,5 mm (minimo 0,38 mm).

Saranno ammessi anche altri polimeri, purché ne siano accertate e certificate:

- la conformità ai requisiti generali stabiliti dalla UNI 10245, per quanto applicabili;
- una buona aderenza sul filo;
- una soddisfacente resistenza agli agenti atmosferici (raggi UV e temperatura).

Il materiale base del rivestimento in PVC avrà le seguenti caratteristiche:

- peso specifico compreso tra 1300 e 1350 kg/m<sup>3</sup> ASTM D 792;
- durezza Shore (ISO 868) tra 50 e 60;
- resistenza a trazione superiore a 20,6 MPa ISO 1183 (ASTM D 412) per il PVC estruso ed a 15,7 MPa ISO 527 (ASTM D 638) per il PVC sinterizzato;
- modulo elastico al 100% di deformazione superiore a 18,6 MPa ISO 1183 (ASTM D 412) per il PVC estruso ed a 13,7 MPa ISO 527 (ASTM D 638) per il PVC sinterizzato;
- resistenza all'abrasione: perdita in peso inferiore al 12% al test ASTM D 1242, metodo B, a 200 cicli di abrasione con nastro CSI-A grana 80;



- temperatura di fragilità, Cold Bend Temperature (determinata secondo la norma BS 2782-metodo 104 A) inferiore a -30°C, e Cold Flex Temperature (determinata secondo la norma BS 2782-metodo 150 B) inferiore a +15°C,;
- perdita in peso per volatilità a 105°C: non superiore al 2% ed al 6% (rispettivamente a 24 ore ed a 240 ore), in accordo con la ASTM D 1203 (EN ISO 176) e la ASTM D 2287.

### **Rete**

La rete presenterà caratteristiche dimensionali (apertura e tolleranze) conformi alla UNI EN 10223-3. Per le dimensioni standard delle maglie disponibili in commercio (6x8, 8x10) le tolleranze risultano -4% / +16%.

Le combinazioni tipiche tra le dimensioni della maglia ed il diametro del filo sono:

struttura	maglia tipo	diametro del filo (mm)
gabbioni	6x8	2,7
gabbioni	8x10	2,7 (con riv. polimerico) e 3,0
materassi	6x8	2,2 (con riv. polimerico)

Il diametro del filo di bordatura avrà un diametro maggiore di quello costituente la rete, secondo le seguenti combinazioni:

diametro filo rete (mm)	diametro filo bordatura (mm)
2,2	2,7
2,7	3,4
3,0	3,9

I valori caratteristici di resistenza della rete metallica dovranno essere i seguenti:

#### **Resistenza a trazione**

parallela alla torsione	(kN/m)	50
perpendicolare alla torsione	(kN/m)	26
legature di bordo	(kN/m)	20
Resistenza a punzonamento	(kN)	27

### **Indicazioni sulla vita utile dei prodotti e delle opere**

A ciascuna applicazione deve essere associato un tempo di vita utile, inteso, in accordo con la definizione data nel Cp.4 del D.M. 17/01/2018, come il periodo di tempo durante il quale l'opera mantiene, con interventi di manutenzione programmata, prestazioni compatibili con i requisiti essenziali richiesti.

Alla vita utile così definita devono essere adattati i criteri di progetto con particolare riferimento a quelli della rete e dei sistemi di protezione dalla corrosione dei fili metallici.

In generale la vita utile di un'opera dovrà essere riferita anche alla possibilità che per essa siano consentiti o meno sostituzioni di componenti o ripristini con operazioni di manutenzione ordinaria, nonché alle condizioni di aggressività ambientali. Uno schema di riferimento per il rispetto della prima condizione può essere ricavato dal seguente prospetto.

	<u>Tipo di opera</u>	<u>vita utile (minima)</u>
1 -	Opere caratterizzate da media difficoltà di manutenzione ( es. reti paramassi)	25 anni
2 -	Opere caratterizzate da componenti difficilmente sostituibili senza rifacimento totale (es.opere di sostegno, idrauliche),	50 anni
3 -	Elementi non ispezionabili nè sostituibili (es. muri in terra rinforzata)	50 anni

Per opere temporanee la durata di vita utile e' indicativamente fissata in 10 anni.

La scelta del materiale da adottare e della sua protezione dovrà derivare dalla combinazione tra i requisiti di vita utile richiesti dal tipo di opera come indicato nel precedente prospetto e dalle condizioni di aggressività degli ambienti nella quale l'opera verrà inserita così come definiti nel Cap. 4 del D.M. 14.1.2008, secondo i criteri di seguito indicati:

<u>Condizioni ambientali</u>	<u>tipo di opera</u>	<u>tipo di rivestimento</u>
ordinarie	1	Forte zincatura
aggressive	1 e 2	Forte lega ZN – al 5%
molto aggressive	1 e 2	Forte lega ZN – al 5% e rivestimento plastico
qualsiasi	3	Forte lega ZN – al 5% e rivestimento plastico

Valutazioni diverse potranno eventualmente essere fatte in relazione alla specifica applicazione della rete, purché si ottengano prestazioni e durabilità equivalenti.

In ambienti dove è potenzialmente prevista la presenza di correnti vaganti, ad esempio in prossimità di impianti, linee ferroviarie e/o di campi di dispersione elettrica, e' opportuno adottare un livello di protezione massima, anche mediante uso di rivestimento polimerico, a meno di specifiche verifiche di dettaglio della particolare situazione in esame.

Per la definizione della vita utile di opere di difesa idraulica si dovrà tener specificatamente conto del possibile danneggiamento della rete per abrasione da parte del trasporto solido e della maggiore o minore facilità di eseguire eventuali ripristini e quindi prevedere in fase di progetto accorgimenti tecnici opportuni.

### **Riempimento**

Il materiale lapideo da impiegarsi sarà di granulometria tale da non determinare la fuoriuscita degli elementi lapidei dalla maglia e da non ostacolare (per la presenza di elementi di dimensioni eccessive, superiori ai 2/3 dello spessore) un buon addensamento del materiale:

- gabbioni maglia 6x8: granulometria 90-200
- gabbioni maglia 8x10: granulometria 120-220

In casi speciali (gabbioni rinverditi) al materiale grossolano sarà associata una componente fine destinata ad intasare i vuoti degli elementi lapidei ed a consentire l'attecchimento delle essenze vegetali.

Per quanto riguarda la resistenza a rottura il materiale dovrà rientrare nella categoria CS80 della UNI EN 13383-1.

I requisiti di resistenza all'usura saranno:

- categoria M<sub>DE</sub>10 UNI EN 13383-1: per l'impiego in opere di difesa idraulica in presenza di trasporto solido grossolano (torrenti);
- categoria M<sub>DE</sub>20 UNI EN 13383-1: per l'impiego in opere di difesa costiera;
- categoria M<sub>DE</sub>30 UNI EN 13383-1: per l'impiego in opere di difesa idraulica in presenza di trasporto solido fine (fiumi) o in opere di sostegno.

Per quanto riguarda la resistenza al gelo, il materiale dovrà soddisfare i requisiti della categoria FT<sub>A</sub> della UNI EN 13383-1.

### **Graffe metalliche**

Per le legature, in alternativa al filo si potrà ricorrere a graffatura pneumatica con graffe metalliche 45x24x3 mm, aventi resistenza a trazione non inferiore a 17000 MPa.

#### **6.7.3 Posa in opera**

Il piano di posa dovrà essere convenientemente regolarizzato, livellato e compattato.

Le operazioni di posa e riempimento non potranno aver luogo se la temperatura ambiente non sarà superiore di almeno 8 °C rispetto alla temperatura di fragilità.

Le gabbie ripiegate saranno stese su una superficie piana e non cedevole, ed in seguito verranno aperte alzando la faccia anteriore, i fianchi e quindi la faccia posteriore.

I bordi delle diverse facce saranno legati prima alle estremità e poi nel mezzo (lo stesso avverrà per i diaframmi intermedi) con filo metallico o con graffe metalliche applicate con dispositivo pneumatico.

Le gabbie potranno essere tagliate o sagomate in funzione della geometria dell'opera da realizzare; tutti i bordi e le facce ottenuti in questa maniera dovranno essere aggiustati in modo da presentare un aspetto rifinito.

Una volta terminato il montaggio di un certo numero di gabbie, queste verranno collocate sul piano di posa e legate tra loro; si curerà di rispettare gli allineamenti verticali ed orizzontali per mezzo di tondini di ferro sistemati provvisoriamente sugli spigoli superiori, o – preferibilmente - mediante modine di guida a cui far aderire le facce delle gabbie dal lato in vista.

Il riempimento sarà eseguito con pala meccanica con l'ausilio di manodopera per la sistemazione manuale del materiale al fine di ottenere una massa compatta con il minimo indice dei vuoti.

In corrispondenza del paramento in vista, per ottenere un aspetto più rifinito ed evitare sfiancamenti, il materiale di riempimento sarà sistemato a mano.

Si avrà cura di limitare l'altezza di caduta del materiale di riempimento (ad un massimo di 1 m) e comunque di evitare il danneggiamento delle gabbie e del loro rivestimento.

Eventuali deformazioni o sfiancamenti delle gabbie dovranno essere corretti prima di procedere ad un ulteriore riempimento.

In ogni caso si manterrà vuota l'ultima cella, al fine di facilitare la legatura della gabbia successiva.

Per i materassi in pendenza, il riempimento procederà dal basso verso l'alto.

Il riempimento avverrà a due strati per i gabbioni di altezza 0,50 m ed a tre strati per quelli di altezza 1,00 m, con l'interposizione di tiranti di collegamento (prefabbricati o realizzati a mano) tra le facce anteriore e posteriore, in ragione di 4 tiranti per m<sup>2</sup> di paramento.

Si controllerà che le celle siano riempite uniformemente, particolarmente in corrispondenza degli spigoli e che il bordo superiore dei diaframmi sia accessibile per la legatura.

A riempimento ultimato si procederà alla posa dei coperchi, che verranno fissati alle facce, ai diaframmi e tra di loro; per realizzare una miglior resistenza potrà essere conveniente sfalsare i coperchi rispetto alle basi.

I capi dei fili di legatura eventualmente sporgenti verso l'esterno dovranno essere ripiegati verso l'interno delle gabbie, così da evitare il pericolo di ferimenti.

#### **6.7.4 Controlli ed accettazione**

##### **Generalità**

I materiali da impiegare dovranno essere prodotti secondo un sistema di gestione della qualità aderente alle norme UNI EN 9001.2000, certificato da un organismo certificatore operante in conformità con le norme UNI EN 45012.

L'accettazione dei materiali sarà subordinata alla verifica della documentazione ed all'accertamento dei requisiti attraverso le prove di accettazione.

Le prove dovranno essere eseguite e certificate da laboratori di cui all'art.5 del D.P.R. 380/2001, ovvero sotto il loro diretto controllo.

##### **Documentazione**

Ciascuna fornitura di rete dovrà essere accompagnata da un certificato, in copia originale, riportante:

- azienda produttrice;
- ente certificatore;
- numero del certificato di controllo della produzione di fabbrica;
- condizioni e periodo di validità del certificato;
- destinatario del prodotto, con ubicazione del cantiere;
- quantità fornite;
- descrizione del prodotto: identificazione (con tipo e nome commerciale), impiego previsto e condizioni particolari per l'impiego, ecc.;
- caratteristiche dimensionali e tecniche (dimensioni, maglia tipo, diametro e caratteristiche meccaniche del filo, composizione e quantità del rivestimento, resistenza nominale della rete).

La fornitura dovrà chiaramente essere riconoscibile mediante idonea etichettatura dalla quale risultino azienda produttrice, stabilimento di produzione, lotto di produzione, caratteristiche tecniche.

**Prove sul filo metallico**

Le prove di resistenza a trazione del filo metallico (prima della tessitura della rete) saranno eseguite secondo la norma UNI EN 10218-1.

**Prove sul rivestimento in lega eutettica**

La quantità del ricoprimento sarà verificata secondo la UNI EN 10244-2.

L'uniformità del rivestimento sarà verificata secondo le norme UNI EN 10244-2 e UNI EN 10223-3.

La verifica dell'aderenza del rivestimento al filo avverrà conformemente alla UNI EN 10244-2; l'aderenza dovrà essere tale che, in seguito all'avvolgimento del filo per 6 volte attorno ad un mandrino di diametro 4 volte maggiore di quello del filo stesso, lo sfregamento con le dita non produca sfaldamento o fessurazione del rivestimento.

Il rivestimento dovrà superare un test d'invecchiamento accelerato in ambiente saturo di anidride solforosa (SO<sub>2</sub>) secondo la norma UNI ISO EN 6988 (Kesternich test) per un minimo di 28 cicli.

**Prove sul rivestimento in PVC**

All'ispezione visiva il rivestimento delle maglie dovrà risultare privo di intaccature, tagli o abrasioni; imperfezioni secondarie dovute al processo di fabbricazione saranno ammesse in corrispondenza delle torsioni. Non sarà invece richiesto che il rivestimento copra le estremità del filo tagliate durante il processo di fabbricazione.

Quando assoggettato alla prova di aderenza secondo ASTM A-974 Section 13.3 il rivestimento non dovrà separarsi dal filo (piuttosto potrà rompersi).

Alla prova di avvolgimento di 360° attorno ad un mandrino di diametro 10 volte superiore a quello del filo, nel rivestimento non dovranno verificarsi incrinature o strappi; la prova sarà condotta ad una temperatura ambiente di -18 °C.

Dopo le seguenti prove di invecchiamento accelerato:

- esposizione ai raggi U.V. per almeno 3000 ore con apparato tipo E a 63 °C (ASTM G 23)
- test in nebbia salina per almeno 3000 ore (ASTM B 117)

non dovranno manifestarsi incrinature, bolle, strappi, né sensibili variazioni di colore nel rivestimento, e neppure intrusioni di umidità tra rivestimento e filo. Dopo tali prove, inoltre, non dovranno risultare variazioni rispetto ai valori iniziali superiori al 6% per il peso specifico, al 25% per la resistenza a trazione ed al 10% per la durezza e per la resistenza all'abrasione.

La massima penetrazione della corrosione da una estremità del filo tagliato dovrà risultare inferiore a 25 mm quando il campione sia immerso per 2000 ore in una soluzione al 50% di acido cloridrico concentrato.

**Prove sulla rete metallica**

Per la determinazione della resistenza a trazione della rete metallica (secondo la norma ASTM A 975 Section 13.1) i campioni da assoggettare a prova avranno una larghezza minima pari a 8 volte la larghezza della maglia ed una lunghezza minima tra i dispositivi di immorsatura della rete pari ad una lunghezza di maglia intera (definendo come lunghezza di maglia intera una porzione

di rete contenente due doppie torsioni successive complete).

#### **Prove sul materiale di riempimento**

Il campionamento del materiale di riempimento da assoggettare alle prove dovrà essere effettuato secondo le specifiche della norma UNI EN 13383-2, e sulla base di un piano di campionamento da effettuarsi preliminarmente, che tenga conto del tipo di granulometria, della natura e delle dimensioni del lotto, del tipo di prove e delle circostanze locali.

La granulometria verrà determinata conformemente alla norma UNI EN 13383-2.

La resistenza a rottura verrà determinata secondo la UNI EN 1926.

La resistenza all'usura verrà determinata secondo la UNI EN 1097-1.

La resistenza al gelo e al disgelo verrà determinata conformemente alla norma UNI EN 13383-2.

### **6.8 Soglie e corazzature di fondo in massi legati con reti o funi metalliche**

#### **Generalità**

Le opere di protezione del fondo in massi sono caratterizzate da una berma di fondazione a monte e a valle del tratto pavimentato e da una mantellata di rivestimento del fondo. La berma sarà realizzata in maniera differente a seconda che il corso d'acqua presenti livelli d'acqua permanenti o sia interessato da periodi di asciutta. La mantellata dovrà essere sistemata faccia a vista e rivestita in superficie da una rete in costituita da elementi rettangolari in funi di filo d'acciaio zincato con resistenza di 190 kg/mm<sup>2</sup> intrecciati a maglia quadrata non superiore a cm 30 x 30 ancorata a funi perimetrali, con diametro non inferiore a 12 mm. Le funi saranno collegate alla berma di fondazione e all'estremo della mantellata tramite barre ad asola ancorate ai massi previa perforazione e ancoraggio con malta antiritiro.

#### **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:

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

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

**Modalità esecutive**

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

Per lavori eseguiti in assenza di acqua, in corsi d'acqua soggetti ad asciutta, oppure, in condizioni di magra, con livelli d'acqua inferiori a 0,50 m, la berma sarà realizzata entro uno scavo di fondazione di forma prossima a quella trapezia.

I massi dovranno essere collocati in opera uno alla volta, in maniera che risultino stabili e non oscillanti e in modo che la tenuta della berma nella posizione più lontana dalla sponda sia assicurata da un masso di grosse dimensioni. A seconda delle indicazioni delle tavole di progetto potranno essere via via intasati per strati successivi con materiale di scavo o con calcestruzzo avente RCK > 20000 kPa

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.

La mantellata di rivestimento del fondo andrà realizzata a collegare la berme di fondazione. Il piano di posa dovrà essere previamente regolarizzato e posto alle quote prescritte per il necessario spessore al di sotto del profilo da realizzare a rivestimento eseguito.

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

Posti in opera i massi si procederà alla realizzazione dei fori sede di posa delle barre di ancoraggio delle reti poste a copertura della mantellata in ragione di 1 ogni 4 mq di rete di rivestimento. Nei fori diam min 40 mm verranno poste delle barre filettate di acciaio zincato  $\varnothing$  20 mm di lunghezza minima ancorata di 50 cm di cui almeno 25 di ancoraggio annegate in malta speciale antiritiro atte ad ancorare le funi di bloccaggio delle reti. Le funi andranno posate in opera a reticolo di contenimento composto a orditura romboidale, e debitamente passate all'interno dei golfari di ancoraggio, tese e bloccate ai golfari medesimi con relativi morsetti; i morsetti da impiegare saranno di acciaio del tipo Deka in fusione zincata per i capicorda e del tipo a cavallotto in fusione zincata per l'attacco ai golfari; i golfari di ancoraggio saranno di acciaio del tipo femmina in fusione zincata, da unire alle barre filettate di acciaio zincato  $\varnothing$  20 mm. Se previsto in progetto, le funi di legatura dovranno essere collegate direttamente alla berma di fondazione con opportuno risvolto della rete di bloccaggio dei massi.

## 6.9 Formazione ancoraggi in barre

Gli ancoraggi verranno realizzati mediante barra a filettatura continua, in acciaio tipo *Gewi*, con diametro non inferiore a 32 mm (nominale), opportunamente viplata, completa dei relativi manicotti di giunzione, per la realizzazione dei quali verrà effettuata una perforazione con diametro compreso tra 120 - 160 mm, da eseguirsi a rotopercussione mediante perforatrice idraulica. Il foro dovrà essere rivestito nel caso che il terreno sia rigonfiante o non abbia coesione sufficiente ad assicurare la stabilità delle pareti durante e dopo la posa delle armature.

Il prezzo include la cementazione e successiva riperforazione, nell'eventualità di un accidentale franamento delle pareti del foro, la fornitura e l'inserimento all'interno del foro della barra d'ancoraggio, completa dei relativi ed eventuali manicotti di giunzione, centratori e tubicini di iniezione.

La cementazione della barra verrà eseguita con iniezione, fino a rifluimento a bocca foro, di malta di cemento R 325 opportunamente dosata, procedendo dal fondo del foro e con l'impiego di idoneo tubo. Successivamente si provvederà alla regolarizzazione della superficie di contatto della piastra di appoggio e al montaggio della piastra di appoggio, proporzionata alle dimensioni della barra, con dado di bloccaggio di tipo conico. Eventualmente, secondo le direttive impartite dalla Direzione Lavori, verrà effettuato un tratto libero di ancoraggio realizzato mediante viplatura o con il rivestimento in guaina corrugata, opportunamente fissata.

L'ambiente sarà da considerarsi aggressivo nei riguardi del cemento impiegato nella realizzazione della miscela d'iniezione nei casi in cui si verifichi una delle seguenti condizioni, l'accertamento delle quali deve intendersi a carico dell'Impresa:

- il grado idrotimetrico del terreno di falda risulti  $< 3^\circ F$ ;
- il valore del pH dell'acqua risulti  $< 6$ ;
- il contenuto in CO<sub>2</sub> disciolto nell'acqua risulti  $> 30$  mg/l;
- il contenuto in NH<sub>4</sub> disciolto nell'acqua risulti  $> 30$  mg/l;
- il contenuto in ioni Mg dell'acqua risulti  $> 300$  mg/l;
- il contenuto in ioni So dell'acqua risulti  $> 600$  mg/kg di terreno secco;
- i tiranti si trovino in vicinanza di linee ferroviarie o di altri impianti a corrente continua non isolati e con potenze maggiori di 50 kW;
- l'opera risulti situata a distanza  $< 300$  m dal litorale marino.

In ambiente aggressivo l'idoneità del tipo di cemento dovrà essere certificata dall'Impresa; il relativo utilizzo dovrà essere approvato dalla Direzione dei Lavori.

**Le miscele d'iniezione** utilizzate saranno a base di cemento, aventi la seguente composizione:

- cemento d'altoforno o pozzolanico: kg 100;
- acqua: kg 40-45;
- filler calcareo o siliceo: kg 0 -30;
- bentonite: kg 0-4;
- eventuali additivi (fluidificanti, antiritiro).



Il cemento dovrà presentare contenuto in cloro  $< 0.05\%$  in peso e contenuto totale di zolfo da solfuri  $< 0.15\%$  in peso. L'acqua dovrà essere conforme alla norma UNI 7163 dell'aprile 1979. Il filler dovrà presentare un passante al setaccio n. 37 della serie UNI n. 2332 (apertura 0.075 mm)  $< 3\%$  in peso. Gli additivi non dovranno essere aeranti. Le caratteristiche della miscela, controllate periodicamente durante le lavorazioni, dovranno essere le seguenti:

- fluidità Marsh da 10" – 35";
- essudazione  $< 2\%$ ;
- resistenza a compressione a 28 gg.  $> 250$  kg/cmq.

Le prove di fluidità ed essudazione dovranno essere eseguite a cura e spese dell'Impresa all'inizio di ciascuna giornata lavorativa. Se, in occasione di tali controlli, anche solo una delle due prove non fornisca risultati conformi a quanto prescritto, le iniezioni dovranno essere sospese e potranno riprendere solo dopo la confezione di una nuova miscela dalle idonee caratteristiche. Dovrà, inoltre, essere eseguito il controllo della resistenza a compressione della miscela mediante un prelievo e una successiva prova di compressione per ogni tirante. Le prove per il controllo della resistenza a compressione delle miscele dovranno essere eseguite a cura e spese dell'Impresa, presso Laboratori Ufficiali. La miscela dovrà essere confezionata mediante mescolatori ad alta velocità di rotazione ( $> 20$  giri/s).

Per ogni ancoraggio dovrà essere compilata dall'Impresa, in contraddittorio con la Direzione dei Lavori, una scheda recante le seguenti indicazioni:

- 1) diametro, lunghezza e sistema di perforazione;
- 2) eventuali iniezioni preliminari d'intasamento;
- 3) tipo e dimensioni delle armature metalliche;
- 4) lunghezza del tratto attivo;
- 5) quantità di miscela iniettata e sua composizione;
- 6) date di perforazione e iniezione.

#### **6.10 Confezionamento e posa in opera del calcestruzzo**

Per la progettazione ed esecuzione delle opere in conglomerato cementizio normale e precompresso vale quanto prescritto dalla legge n. 1086 del 5/11/1971 e dal D.M. 17/01/2018 AGGIORNAMENTO NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI.

##### **6.10.1 Generalità**

L'Impresa sarà tenuta all'osservanza della legge 5 novembre 1971, n. 1086, "Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale, precompresso ed a struttura metallica" nonché delle norme tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della predetta legge e dal DM 17 gennaio 2018 AGGIORNAMENTO NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI.

Tutte le opere in conglomerato cementizio, incluse nell'appalto, saranno eseguite in base ai disegni esecutivi forniti dall'Amministrazione, che l'Impresa dovrà sottoscrivere per accettazione e avvenuta verifica unitamente al Direttore dei Lavori delle opere in C.A..

Gli elaborati esecutivi delle travi e degli altri componenti prefabbricati in C.A.P. forniti dall'Amministrazione potranno variare per quanto riguarda l'armatura interna, ma non come forma e dimensione degli elementi. L'Appaltatore dovrà consegnare i disegni esecutivi dei prodotti prefabbricati corredati da relazione di calcolo, il tutto firmato da tecnico abilitato ai sensi di legge, alla Direzione dei Lavori prima della posa in opera degli stessi, oltre a tutti gli ulteriori certificati richiesti dalle norme di Legge.

La redazione del progetto esecutivo da parte dell'Amministrazione non esonera in alcun modo l'Impresa dalle responsabilità ad essa derivanti per legge e per pattuizioni del contratto, restando stabilito che, malgrado i controlli eseguiti dalla Direzione Lavori, essa Impresa rimane unica e diretta responsabile delle opere a termine di legge; pertanto essa sarà tenuta a rispondere degli inconvenienti di qualunque natura, importanza e conseguenza che avessero a verificarsi.

L'Impresa sarà tenuta a presentare all'esame della Direzione Lavori i progetti delle opere provvisori (centine, armature di sostegno e attrezzature di costruzione).

#### **6.10.2 Componenti**

Cemento: il cemento impiegato per la confezione dei conglomerati cementizi deve corrispondere ai requisiti prescritti dalle leggi vigenti al comma b) del precedente articolo "QUALITA' E PROVENIENZA DEI MATERIALI". Nel caso in cui esso venga approvvigionato allo stato fuso, il relativo trasporto dovrà effettuarsi a mezzo di contenitori che lo proteggano dall'umidità, ed il pompaggio del cemento nei silos deve essere effettuato in modo da evitare miscelazione fra tipi diversi. L'Impresa deve avere cura di approvvigionare il cemento presso cementerie che diano: garanzia di bontà, costanza del tipo e continuità di fornitura.

Inerti: dovranno corrispondere alle caratteristiche già specificate all'articolo "QUALITA' E PROVENIENZA DEI MATERIALI", inoltre non dovranno essere scistosi o silicomagnesiaci. Saranno rifiutati pietrischetti, pietrischi e graniglie contenenti una percentuale superiore al 15% in peso di elementi piatti o allungati la cui lunghezza sia maggiore di 5 volte lo spessore medio. Le miscele di inerti fini e grossi, mescolati in percentuale adeguata, dovranno dar luogo ad una composizione granulometrica costante, che permetta di ottenere i requisiti voluti sia nell'impasto fresco (consistenza, omogeneità, lavorabilità, aria inglobata, ecc.), che nell'impasto indurito (resistenza, permeabilità, modulo elastico, ritiro, viscosità, durabilità, ecc.).

La curva granulometrica dovrà essere tale da ottenere la massima compattezza del calcestruzzo con il minimo dosaggio di cemento, compatibilmente con gli altri requisiti. Particolare attenzione sarà rivolta alla granulometria della sabbia, al fine di ridurre al minimo il fenomeno del bleeding (essudazione) nel calcestruzzo. Gli inerti dovranno essere suddivisi in almeno 3 pezzature; la più fine non dovrà contenere più del 5% di materiale trattenuto al vaglio a maglia quadrata da 5 mm di lato. Le singole pezzature non dovranno contenere frazioni granulometriche, che dovrebbero appartenere alle pezzature inferiori, in misura superiore al 15%, e frazioni granulometriche, che dovrebbero appartenere alle pezzature superiori, in misura superiore al 10% della pezzatura stessa. La dimensione massima dei grani dell'inerte deve essere tale da permettere che il

conglomerato possa riempire ogni parte del manufatto, tenendo conto della lavorabilità dell'impasto, dell'armatura metallica e relativo copriferro, delle caratteristiche geometriche della carpenteria, delle modalità di getto e di messa in opera.

Acqua: proverrà da fonti ben definite che diano acqua rispondente alle caratteristiche specificate all'articolo "QUALITA' E PROVENIENZA DEI MATERIALI". L'acqua dovrà essere aggiunta nella minore quantità possibile in relazione alla prescritta resistenza ed al grado di lavorabilità del calcestruzzo, tenendo conto anche dell'acqua contenuta negli inerti.

Additivi: la Direzione Lavori deciderà a suo insindacabile giudizio se gli additivi proposti dall'Impresa potranno o no essere usati, in base alle conoscenze disponibili da precedenti lavori o sperimentazioni. Su richiesta della Direzione Lavori, l'Impresa dovrà inoltre esibire prove di Laboratorio ufficiale che dimostrino la conformità del prodotto alle disposizioni vigenti; dovrà comunque essere garantita la qualità e la costanza di caratteristiche dei prodotti da impiegare.

### **6.10.3 Controlli di accettazione dei calcestruzzi**

Durante l'esecuzione delle opere per la determinazione delle resistenze caratteristiche a compressione dei calcestruzzi dovranno seguirsi le prescrizioni di cui al DM 17 gennaio 2018 AGGIORNAMENTO NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI.

In applicazione di tali Norme si provvederà al prelievo dagli impasti, al momento della posa in opera nei casseri, del calcestruzzo necessario per la confezione di n. 4 provini in modo da costituire due serie di prelievi di due provini ciascuna. I prelievi, eseguiti o fatti eseguire dalla Direzione Lavori in contraddittorio con l'Impresa, ed a spese di quest'ultima e secondo le Norme U.N.I. vigenti, verranno effettuati separatamente per ogni opera e per ogni tipo e classe di calcestruzzo previsti nei disegni di progetto. Di tali prelievi, verranno redatti appositi verbali numerati progressivamente e controfirmati dalle parti. I provini contraddistinti con il numero progressivo del relativo verbale di prelievo verranno custoditi in locali indicati dalla Direzione Lavori previa apposizione di sigilli e firma del Direttore dei Lavori e dell'Impresa e nei modi più adatti a garantirne l'autenticità e la conservazione. I provini della prima serie saranno inviati ai Laboratori ufficiali per la determinazione della resistenza caratteristica cubica a compressione a 28 gg. di maturazione -  $R_{ck}$  - ed i risultati ottenuti saranno presi a base per la contabilizzazione delle opere. I provini della seconda serie saranno utilizzati all'occorrenza, nel caso si rendesse necessario eseguire altre prove. Tutti gli oneri relativi alla serie di prove di cui sopra, in essi compresi quelli per il rilascio dei certificati, saranno a carico dell'Impresa. Nel caso che il valore della resistenza caratteristica ottenuta sui provini della prima serie risulti essere inferiore a quello indicato nei calcoli statici e nei disegni di progetto approvati dal Direttore dei Lavori, questi potrà, a suo insindacabile giudizio, ordinare la sospensione dei getti dell'opera d'arte interessata in attesa dei risultati delle prove della seconda serie di prelievi, eseguite presso Laboratori ufficiali. Qualora anche dalle prove eseguite presso Laboratori ufficiali risultasse un valore della  $R_{ck}$  inferiore a quello indicato nei calcoli statici e nei disegni di progetto approvati dalla Direzione Lavori ovvero una prescrizione del controllo di accettazione non fosse rispettata occorre

procedere, a cura e spese dell'Impresa, ad un controllo teorico e/o sperimentale della struttura interessata dal quantitativo di conglomerato non conforme sulla base della resistenza ridotta del conglomerato, ovvero ad una verifica delle caratteristiche del conglomerato messo in opera mediante prove complementari, o col prelievo di provini di calcestruzzo indurito messo in opera o con l'impiego di altri mezzi di indagine. Tali controlli e verifiche formeranno oggetto di una relazione supplementare nella quale si dimostri che, ferme restando le ipotesi di vincoli e di carico delle strutture, la  $R_{ck}$  è ancora compatibile con le sollecitazioni previste in progetto, secondo le prescrizioni delle vigenti norme di legge.

Se tale relazione sarà approvata dalla Direzione Lavori il calcestruzzo verrà contabilizzato in base al valore della resistenza caratteristica trovata. Nel caso che la  $R_{ck}$  non risulti compatibile con le sollecitazioni previste in progetto, l'Impresa sarà tenuta a sua cura e spese alla demolizione e rifacimento dell'opera oppure all'adozione di quei provvedimenti che, proposti dalla stessa, per diventare operativi dovranno essere formalmente approvati dalla Direzione Lavori. Nessun indennizzo o compenso sarà dovuto all'Impresa se la  $R_{ck}$  risulterà maggiore a quella indicata nei calcoli statici e nei disegni approvati dalla Direzione Lavori. Oltre ai controlli relativi alla  $R_{ck}$  la Direzione dei Lavori potrà prelevare campioni di materiali e di conglomerato cementizio per sottoporli ad esami e prove di laboratorio. A tal fine verranno eseguite le prescrizioni contenute nel D.M. 9/1/96 "Norme tecniche per la esecuzione di opere in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche". I controlli sui conglomerati cementizi, prelevati con le modalità indicate nel punto 2.3 delle norme U.N.I.; 6126-72 e con le frequenze di cui al D.M. 9/1/96, saranno i seguenti:

per la consistenza con la prova del cono eseguita secondo le modalità riportate nell'appendice E delle norme U.N.I. 7163-79;

sul conglomerato cementizio confezionato in cubetti da sottoporre a prove per la determinazione della resistenza caratteristica secondo quanto riportato nel dal DM 17 gennaio 2018 AGGIORNAMENTO NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI, ed in particolare operando sulla base delle norme U.N.I. 6127-73 per la preparazione e stagionatura dei provini, U.N.I. 6130-72 per la forma e dimensione degli stessi e le relative casseforme, U.N.I. 6132-72 per la determinazione propria della resistenza a compressione.

La Direzione Lavori si riserva di prelevare campioni di conglomerato cementizio anche da strutture già realizzate e stagionate, oppure di effettuare, in caso eccezionale, sulle opere finite, armate o non, misure di resistenza a compressione, non distruttive, a mezzo sclerometro. Ciascuna prova o misura di resistenza a mezzo sclerometro verrà eseguita nel modo seguente:

- nell'intorno del punto prescelto dalla Direzione Lavori verrà fissata una area non superiore a  $0,1 \text{ m}^2$ ; su di esso si eseguiranno 10 percussioni con sclerometro, annotando i valori dell'indice letti volta per volta;
- si determinerà la media aritmetica di tali valori;
- verranno scartati i valori che differiscono dalla media più di 15 centesimi dell'escursione totale della scala dello sclerometro;

- tra i valori non scartati, se non inferiori a 6 verrà dedotta la media aritmetica che attraverso la tabella di taratura dello sclerometro, darà la resistenza a compressione del calcestruzzo;
- se il numero dei valori non scartati è inferiore a 6 la prova non sarà ritenuta valida e dovrà essere rieseguita in una zona vicina.

Di norma, per ciascun tipo di sclerometro verrà adottata la tabella di taratura fornita dalla relativa casa costruttrice; la Direzione Lavori si riserva di effettuare il contraddittorio la taratura dello sclerometro direttamente su provini che successivamente verranno sottoposti a prova distruttiva di rottura a compressione. Per l'interpretazione dei risultati è buona norma procedere anche a prove di confronto su strutture le cui prove di controllo abbiano dato risultati certi. Nella eventualità di risultati dubbi, si dovrà procedere al controllo diretto della resistenza a rottura per compressione mediante prove distruttive su provini prelevati direttamente in punti opportuni delle strutture già realizzate, mediante carotature, tagli con sega a disco, estrazione di grossi blocchi, ecc. (Norme U.N.I. 6132-72).

Fermo restando quanto detto, riguardo alla resistenza dei calcestruzzi, la Direzione Lavori si riserva la facoltà di prelevare, in ogni momento e quando lo ritenga opportuno, ulteriori campioni di materiali o di calcestruzzo, da sottoporre ad esami o prove di laboratorio. In particolare, in corso di lavorazione, sarà controllata la consistenza. La prova di consistenza si eseguirà misurando l'abbassamento al cono di Abrams (slump test), come disposto dalla Norma U.N.I. 7163-79. Tale prova sarà considerata significativa per abbassamenti compresi fra 2 e 20 cm. In fase di indurimento potrà essere prescritto il controllo della resistenza a diverse epoche di maturazione, su campioni appositamente confezionati. Sul calcestruzzo indurito potrà essere disposta la effettuazione di prove e controlli mediante sclerometro, prelievo di carote o di altri sistemi.

#### **6.10.4 Confezione**

La confezione dei calcestruzzi dovrà essere eseguita con gli impianti preventivamente sottoposti all'esame della Direzione Lavori. Gli impianti di betonaggio saranno del tipo automatico o semiautomatico, con dosatura a peso degli inerti, dell'acqua, degli eventuali additivi e del cemento; la dosatura del cemento dovrà sempre essere realizzata con bilancia indipendente e di adeguato maggior grado di precisione. La dosatura effettiva degli inerti dovrà essere realizzata con precisione del 3%; quella del cemento con precisione del 2%. Le bilance dovranno essere revisionate almeno una volta ogni due mesi e tarate all'inizio del lavoro e successivamente almeno una volta all'anno.

Per l'acqua e gli additivi è ammessa anche la dosatura a volume. La dosatura effettiva dell'acqua dovrà essere effettuata con precisione del 2% ed i relativi dispositivi dovranno essere tarati almeno una volta al mese. I dispositivi di misura del cemento, dell'acqua e degli additivi dovranno essere di tipo individuale. Le bilance per la pesatura degli inerti possono essere di tipo cumulativo (peso delle varie pezzature con successione addizionale). I sili del cemento debbono garantire la

perfetta tenuta nei riguardi dell'umidità atmosferica. Gli impasti dovranno essere confezionati in betoniere aventi capacità tale da contenere tutti gli ingredienti della pesata senza debordare.

Per quanto non specificato, vale la norma U.N.I. 7163-79. L'impasto dovrà risultare di consistenza uniforme ed omogenea, uniformemente coesivo (tale cioè da essere trasportato e manipolato senza che si verifichi la separazione dei singoli elementi); lavorabile (in maniera che non rimangano vuoti nella massa o sulla superficie dei manufatti dopo eseguita la vibrazione in opera). La lavorabilità non dovrà essere ottenuta con maggiore impiego di acqua di quanto previsto nella composizione del calcestruzzo. Il Direttore dei Lavori potrà consentire l'impiego di aeranti, plastificanti o fluidificanti, anche non previsti negli studi preliminari.

In questi casi, l'uso di aeranti e plastificanti sarà effettuato a cura e spese dell'Impresa, senza che questa abbia diritto a pretendere indennizzi o sovrapprezzi per tale titolo. La produzione ed il getto del calcestruzzo dovranno essere sospesi nel caso che la temperatura scenda al di sotto di 0°C salvo diverse disposizioni che la Direzione Lavori potrà dare volta per volta, prescrivendo, in tal caso, le norme e gli accorgimenti cautelativi da adottare; per questo titolo l'Impresa non potrà avanzare richiesta alcuna di maggiori compensi.

#### **6.10.5 Trasporto**

Il trasporto dei calcestruzzi dall'impianto di betonaggio al luogo di impiego dovrà essere effettuato con mezzi idonei al fine di evitare la possibilità di segregazione dei singoli componenti e comunque tali da evitare ogni possibilità di deterioramento del calcestruzzo medesimo. Non saranno ammessi gli autocarri a cassone o gli scivoli. Saranno accettate, in funzione della durata e della distanza di trasporto, le autobetoniere e le benne a scarico di fondo e, eccezionalmente, i nastri trasportatori. L'uso delle pompe sarà consentito a condizione che l'Impresa adotti, a sua cura e spese, provvedimenti idonei a mantenere il valore prestabilito del rapporto acqua/cemento del calcestruzzo alla bocca di uscita della pompa. La lavorabilità dell'impasto verrà controllata con le prove di consistenza al cono di Abrams (slump test) sia all'uscita dall'impianto di betonaggio o dalla bocca dell'autobetoniera, sia al termine dello scarico in opera; la differenza tra i risultati delle due prove non dovrà essere maggiore di 5 cm e comunque non dovrà superare quanto specificato dalla norma U.N.I. 7163-79, salvo l'uso di particolari additivi.

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

#### **6.10.6 Posa in opera**

Sarà eseguita con ogni cura e regola d'arte, dopo aver preparato accuratamente e rettificati i piani di posa, le casseforme, i cavi da riempire e dopo aver posizionato le armature metalliche. Nel caso di getti contro terra, roccia, ecc., si deve controllare che la pulizia del sottofondo, il posizionamento di eventuali drenaggi, la stesura di materiale isolante o di collegamento, siano eseguiti in conformità alle disposizioni di progetto e di capitolato.

I getti dovranno risultare perfettamente conformi ai particolari costruttivi di progetto ed alle prescrizioni della Direzione Lavori. Si avrà cura che in nessun caso si verifichino cedimenti dei

piani di appoggio e delle pareti di contenimento. I getti potranno essere iniziati solo dopo la verifica degli scavi, delle casseforme e delle armature metalliche da parte della Direzione Lavori.

Dal giornale lavori del cantiere dovrà risultare la data di inizio e di fine dei getti e del disarmo. Se il getto dovesse essere effettuato durante la stagione invernale, l'Impresa dovrà tener registrati giornalmente i minimi di temperatura desunti da un apposito termometro esposto nello stesso cantiere di lavoro. Il calcestruzzo sarà posto in opera e assestato con ogni cura in modo che le superfici esterne si presentino lisce e compatte, omogenee e perfettamente regolari ed esenti anche da macchie o chiazze. Le eventuali irregolarità o sbavature dovranno essere asportate e i punti incidentalmente difettosi dovranno essere ripresi accuratamente con malta fine di cemento immediatamente dopo il disarmo; ciò qualora tali difetti o irregolarità siano contenuti nei limiti che la Direzione Lavori, a suo esclusivo giudizio, riterrà tollerabili, fermo restando in ogni caso che le suddette operazioni ricadranno esclusivamente e totalmente a carico dell'Impresa.

Eventuali ferri (filo, chiodi, reggette) che, con funzione di legatura di collegamento casseri od altro, dovessero sporgere dai getti finiti, dovranno essere tagliati almeno 0,5 cm sotto la superficie finita, e gli incavi risultanti verranno accuratamente sigillati con malta fine di cemento; queste prestazioni non saranno in nessun caso oggetto di compensi a parte. Lo scarico del conglomerato dal mezzo di trasporto dovrà avvenire con tutti gli accorgimenti atti ad evitare la segregazione. A tale scopo il conglomerato dovrà cadere verticalmente al centro della cassaforma e sarà steso in strati orizzontali di spessore limitato e comunque non superiore a 50 cm ottenuti dopo la vibrazione.

Gli apparecchi, i tempi e le modalità per la vibrazione saranno quelli preventivamente approvati dalla Direzione Lavori. È vietato scaricare il conglomerato in un unico cumulo e distenderlo con l'impiego del vibratore. Tra le successive riprese di getto non dovranno aversi distacchi o discontinuità o differenze d'aspetto, e la ripresa potrà effettuarsi solo dopo che la superficie del getto precedente sia stata accuratamente pulita, lavata e spazzolata. La Direzione Lavori avrà la facoltà di prescrivere, ove e quando lo ritenga necessario, che i getti vengano eseguiti senza soluzione di continuità così da evitare ogni ripresa; per questo titolo l'Impresa non potrà avanzare richiesta alcuna di maggiori compensi e ciò neppure nel caso che, in dipendenza di questa prescrizione, il lavoro debba essere condotto a turni ed anche in giornate festive. Quando il calcestruzzo fosse gettato in presenza d'acqua, si dovranno adottare gli accorgimenti necessari per impedire che l'acqua lo dilavi e ne pregiudichi il normale consolidamento. L'onere di tali accorgimenti è a carico dell'Impresa.

#### **6.10.7 Stagionatura e disarmo**

A posa ultimata sarà curata la stagionatura dei getti in modo da evitare un rapido prosciugamento delle superfici dei medesimi, usando tutte le cautele ed impiegando i mezzi più idonei allo scopo. Il sistema proposto dall'Impresa dovrà essere approvato dalla Direzione Lavori. Durante il periodo della stagionatura i getti dovranno essere riparati da possibilità di urti, vibrazioni e sollecitazioni di ogni genere.

Prima del disarmo, tutte le superfici non protette del getto dovranno essere mantenute umide con continua bagnatura e con altri idonei accorgimenti per almeno 7 giorni.

La rimozione delle armature di sostegno dei getti potrà essere effettuata quando siano state sicuramente raggiunte le prescritte resistenze. In assenza di specifici accorgimenti, l'Impresa dovrà attenersi a quanto stabilito nelle Norme Tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della legge 5 novembre 1971 n.1086 (D.M. 9/1/96). Subito dopo il disarmo si dovranno mantenere umide le superfici in modo da impedire l'evaporazione dell'acqua contenuta nel conglomerato, fino a che non siano trascorsi 7 giorni dal getto. Dovrà essere controllato che il disarmante impiegato non macchi o danneggi la superficie del conglomerato. A tale scopo saranno usati prodotti efficaci per la loro azione chimica, escludendo i lubrificanti di varia natura.

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

#### **6.10.8 Giunti di discontinuità ed opere accessorie nelle strutture in conglomerato cementizio**

È tassativamente prescritto che nelle strutture da eseguire con getto di conglomerato cementizio vengano realizzati giunti di discontinuità sia in elevazione che in fondazione onde evitare irregolari ed imprevedibili fessurazioni delle strutture stesse per effetto di escursioni termiche, di fenomeni di ritiro e di eventuali assestamenti. Tali giunti vanno praticati ad intervalli ed in posizioni opportunamente scelte tenendo anche delle particolarità della struttura (gradonatura della fondazione, ripresa fra vecchie e nuove strutture, attacco dei muri andatori con le spalle dei ponti e viadotti, ecc.). I giunti saranno ottenuti mettendo in opera, con un certo anticipo rispetto al getto, appositi setti di materiale idoneo, da lasciare in posto, in modo da realizzare superfici di discontinuità (piane, a battente, a maschio e femmina, ecc.) affioranti in faccia vista secondo linee rette continue o spezzate.

La larghezza e la conformazione dei giunti saranno stabiliti dalla Direzione dei Lavori.

I giunti, come sopra illustrati, dovranno essere realizzati a cura e spese dell'Impresa, essendosi tenuto debito conto di tale onere nella formulazione dei prezzi di Elenco relativi alle singole classi di conglomerato. Solo nel caso in cui è previsto in progetto che il giunto sia munito di apposito manufatto di tenuta o di copertura, l'Elenco Prezzi, allegato al presente Capitolato, prevederà espressamente le voci relative alla speciale conformazione del giunto, unitamente alla fornitura e posa in opera dei manufatti predetti con le specificazioni di tutti i particolari oneri che saranno prescritti per il perfetto definitivo assetto del giunto.

I manufatti, di tenuta o di copertura dei giunti, possono essere costituiti da elastomeri a struttura etilenica (stirolo butadiene), a struttura parafinica (butile), a struttura complessa silicone poliuretano, polioossipropilene, polioossicloropropilene), da elastomeri etilenici cosiddetti protetti (neoprene) o da cloruro di polivinile.



In luogo dei manufatti predetti, può essere previsto l'impiego di sigillanti.

I sigillanti possono essere costituiti da sostanze oleoresinose, bituminose siliconiche, a base di elastomeri polimerizzabili o polisolfuri che dovranno assicurare la tenuta all'acqua, l'elasticità sotto le deformazioni previste, una aderenza perfetta alle pareti, ottenuta anche a mezzo di idonei primers, non colabili sotto le più alte temperature previste e non rigidi sotto le più basse, mantenendo il più a lungo possibile nel tempo le caratteristiche di cui sopra dopo la messa in opera. È tassativamente proibita l'esecuzione di giunti obliqui formanti angolo diedro acuto (muro andatore, spalla ponte obliquo, ecc.). In tali casi occorre sempre modificare l'angolo diedro acuto in modo tale da formare con le superfici esterne delle opere da giuntare angoli diedri non inferiori ad un angolo retto con facce piane di conveniente larghezza in relazione al diametro massimo degli inerti impiegati nel confezionamento del conglomerato cementizio di ogni singola opera. Nell'esecuzione di manufatti contro terra si dovrà prevedere in numero sufficiente ed in posizione opportuna l'esecuzione di appositi fori per l'evacuazione delle acque di infiltrazione.

I fori dovranno essere ottenuti mediante preventiva posa in opera nella massa del conglomerato cementizio di tubi a sezione circolare o di profilati di altre sezioni di P.V.C. o simili. Per la formazione di fori l'Impresa avrà diritto al compenso previsto nella apposita voce di Elenco Prezzi, comprensiva di tutti gli oneri e forniture per dare il lavoro finito in perfetta regola d'arte, solo se il volume dei vani è superiore a 0,4 m<sup>3</sup> intendendosi in caso contrario compensato il relativo onere dalla non deduzione del volume del vano dal volume di calcestruzzo come specificato all'articolo "MURATURE IN GENERE E CONGLOMERATI CEMENTIZI".

#### **6.10.9 Predisposizione di fori, tracce, cavità, ecc.**

L'Impresa avrà a suo carico il preciso obbligo di predisporre in corso di esecuzione quanto è previsto nei disegni costruttivi o sarà successivamente prescritto di volta in volta in tempo utile dalla Direzione Lavori, circa fori, tracce, cavità, incassature, ecc., nelle solette, nervature, pilastri, murature, ecc., per sedi di cavi, per attacchi di parapetti, mensole, segnalazioni, parti di impianti, ecc. L'onere relativo è compreso e compensato nei prezzi unitari e pertanto è ad esclusivo carico dell'Impresa. Tutte le conseguenze per la mancata esecuzione delle predisposizioni così prescritte dalla Direzione Lavori saranno a totale carico dell'Impresa, sia per quanto riguarda le rotture, i rifacimenti, le demolizioni e le ricostruzioni di opere di spettanza dell'Impresa stessa, sia per quanto riguarda le eventuali opere di adattamento di infissi o impianti, i ritardi, le forniture aggiuntive di materiali e la maggiore mano d'opera occorrente da parte dei fornitori.

#### **6.10.10 Conglomerati cementizi preconfezionati**

E' ammesso l'impiego di conglomerati cementizi preconfezionati, purché rispondenti in tutto e per tutto a quanto avanti riportato. Valgono in proposito le specifiche prescrizioni di cui alla Norma U.N.I. 7163-79 per quanto non in contrasto con le prescrizioni di cui al DM 17 gennaio 2018 AGGIORNAMENTO NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI. Anche per i calcestruzzi preconfezionati si ravvisa la necessità di predisporre ed effettuare i prelievi per le prove di

accettazione nei cantieri di utilizzazione all'atto del getto per accertare che la resistenza del conglomerato risulti non inferiore a quella minima di progetto.

La garanzia di qualità dei calcestruzzi preconfezionati potrà essere comprovata a seguito di apposite prove sistematiche effettuate dai Laboratori di cui all'art. 20 della legge 5 novembre 1971, n. 1086 e di altri autorizzati con decreto del Ministro dei Lavori Pubblici come previsto dall'articolo citato. Tuttavia queste prove preliminari o di qualificazione hanno il solo carattere complementare e non possono in nessun caso ritenersi sostitutive delle indispensabili prove di controllo in corso d'opera. L'Impresa resta l'unica responsabile nei confronti della stazione appaltante per l'impiego di conglomerato cementizio preconfezionato nelle opere in oggetto dell'appalto e si obbliga a rispettare ed a far rispettare scrupolosamente tutte le norme regolamentari e di legge stabilite sia per i materiali (inerti, leganti ecc.) sia per il confezionamento e trasporto in opera del conglomerato dal luogo di produzione. Ciò vale, in particolare, per i calcestruzzi preconfezionati i quali, in relazione alla modalità ed ai tempi di trasporto in cantiere, possono subire modifiche qualitative anche sensibili. L'Impresa, inoltre, assume l'obbligo di consentire che il personale dell'Amministrazione addetto alla vigilanza ed alla Direzione dei Lavori, abbia libero accesso al luogo di produzione del conglomerato per poter effettuare in contraddittorio con il rappresentante dell'Impresa i prelievi e i controlli dei materiali, previsti nei paragrafi precedenti.

#### **6.10.11 Prescrizioni particolari relative ai cementi armati**

Oltre a richiamare quanto è stato prescritto con l'articolo relativo ai conglomerati cementizi, per la esecuzione di opere in cemento armato l'Impresa dovrà osservare scrupolosamente tutte le prescrizioni contenute nella legge 5 novembre 1971, n. 1086, "Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio, armato, normale e precompresso, ed a struttura metallica" e nel DM 17 gennaio 2018 AGGIORNAMENTO NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI.

Tutte le opere in cemento armato, incluse nell'appalto saranno eseguite in base ai calcoli di stabilità ed alle verifiche che l'Impresa avrà provveduto ad effettuare nei termini di tempo fissati dalla Direzione dei Lavori ed a norma di quanto prescritto nell'articolo relativo agli oneri speciali a carico dell'Appaltatore attenendosi agli schemi dei disegni di progetto allegati al contratto.

In particolare, le norme da considerarsi per il calcolo dei ponti stradali sono quelle stabilite dal DM 17 gennaio 2018 AGGIORNAMENTO NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI, norme che si intendono quivi integralmente trascritte.

Nel caso di manufatti ricadenti in zona sismica dovranno essere attuate le disposizioni di cui alla legge 2 febbraio 1974, n. 64 e al D.M. 3 marzo 1975 pubblicato sul supplemento alla G.U. n. 93 dell'8 aprile 1975 e relative norme emanate od emanande della stessa dai competenti organi tecnici con particolare riferimento al succitato DM 17/01/2018.

L'Impresa dovrà presentare per il preventivo benessere della Direzione dei lavori e nel numero di copie che saranno richieste, i disegni esecutivi ed i calcoli di stabilità delle opere in c.a., redatti

da un progettista qualificato, nonché i computi metrici relativi, unitamente ai progetti ed ai calcoli delle centine od armature di sostegno.

L'esame o verifica, da parte della Direzione dei lavori, dei progetti e dei calcoli presentati, non esonera in alcun modo l'Impresa dalle responsabilità ad esse derivanti per legge e per le pattuizioni del contratto, restando stabilito che, malgrado i controlli eseguiti dalla Direzione dei Lavori, essa Impresa rimane unica e completa responsabile delle opere; pertanto essa sarà tenuta a rispondere degli inconvenienti di qualunque natura, importanza e conseguenza che avessero a verificarsi.

Nella posa in opera delle armature metalliche entro i casseri, dovranno essere impiegati opportuni distanziatori prefabbricati in conglomerato cementizio.

Qualora le opere in cemento armato vengano costruite in prossimità di acqua con componenti di natura aggressiva (acque selenitose, solforose, carboniche, ecc.) si osserveranno le seguenti prescrizioni:

- gli inerti del conglomerato dovranno essere di adatta granulometria continua, tanto che lo strato esterno del conglomerato, rivestente i ferri, risulti impermeabile. Essi dovranno, altresì, essere lavati abbondantemente con acqua dolce in modo che siano asportati completamente i cloruri e i solfati. Per lo stesso motivo l'acqua di impasto dovrà essere limpida e dolce ed esente dalle predette sostanze nocive;
- il conglomerato dovrà essere confezionato preferibilmente con cemento pozzolanico, impiegando casseforme a superfici interne lisce e dovrà essere, in ogni caso, vibrato;
- subito dopo la sformatura, l'intera superficie esterna della struttura dovrà essere trattata con una boiaccia fluidissima di cemento da somministrare e diffondere uniformemente con un pennello, previo accurato risarcimento con malta ricca di cemento delle superfici alveolari.

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

Nei prezzi di appalto, si intendono comprese e compensate tutte le spese per la compilazione degli elaborati esecutivi, quelle delle prove di carico delle strutture e del collaudo statico delle stesse, nonché le spese per le prove dei materiali che verranno impiegati nella costruzione, dei saggi, rilievi.

Durante l'esecuzione delle opere la Direzione dei Lavori avrà il diritto di ordinare tutte quelle cautele, limitazioni, prescrizioni di ogni genere, che essa riterrà necessarie nell'interesse della regolarità e sicurezza del transito ed alle quali l'Impresa dovrà rigorosamente attenersi senza poter accampare pretese di indennità o compensi di qualsiasi natura e specie diversi da quelli stabiliti dal presente Capitolato Speciale e relativo Elenco prezzi.

### **6.10.12 Esecuzione del getto del calcestruzzo per calcestruzzo semplice e armato**

#### **Programma dei getti**

L'impresa esecutrice è tenuta a comunicare con dovuto anticipo al direttore dei lavori il programma dei getti del calcestruzzo indicando:

- il luogo di getto;
- la struttura interessata dal getto;
- la classe di resistenza e di consistenza del calcestruzzo.

I getti dovrebbero avere inizio solo dopo che il direttore dei lavori ha verificato:

- la preparazione e rettifica dei piani di posa;
- la pulizia delle casseforme;
- la posizione e corrispondenza al progetto delle armature e del copriferro;
- la posizione delle eventuali guaine dei cavi di precompressione;
- la posizione degli inserti (giunti, water stop, ecc.);
- l'umidificazione a rifiuto delle superfici assorbenti o la stesura del disarmante.

Nel caso di getti contro terra è bene controllare che siano eseguite, in conformità alle disposizioni di progetto, le seguenti operazioni:

- la pulizia del sottofondo;
- la posizione di eventuali drenaggi;
- la stesa di materiale isolante e/o di collegamento.

### **6.10.13 Modalità esecutive e verifica della corretta posizione delle armature**

L'appaltatore dovrà adottare tutti gli accorgimenti necessari affinché le gabbie mantengano la posizione di progetto all'interno delle casseforme durante il getto.

Prima dell'esecuzione del getto la direzione dei lavori dovrà verificare:

- la corretta posizione delle armature metalliche;
- la rimozione di polvere, terra, ecc., dentro le casseforme;
- i giunti di ripresa delle armature;
- la bagnatura dei casseri;
- le giunzioni tra i casseri;
- la pulitura dell'armatura da ossidazioni metalliche superficiali;
- la stabilità delle casseforme, ecc.

I getti devono essere eseguiti a strati di spessore limitato per consentirne la vibrazione completa ed evitare il fenomeno della segregazione dei materiali, spostamenti e danni alle armature, guaine, ancoraggi, ecc.

Il calcestruzzo pompabile deve avere una consistenza semifluida, con uno slump non inferiore a 10-15 cm. Inoltre, l'aggregato deve avere diametro massimo non superiore ad 1/3 del diametro interno del tubo della pompa.

Le pompe a rotore o a pistone devono essere impiegate per calcestruzzo avente diametro massimo dell'aggregato non inferiore a 15 mm. In caso di uso di pompe a pistone devono

adoperarsi le necessarie riduzioni del diametro del tubo in relazione al diametro massimo dell'inerte che non deve essere superiore a 1/3 del diametro interno del tubo di distribuzione.

Le pompe pneumatiche devono adoperarsi per i betoncini e le malte o pasta di cemento.

La direzione dei lavori, durante l'esecuzione del getto del calcestruzzo, dovrà verificare la profondità degli strati e la distribuzione uniforme entro le casseformi, l'uniformità della compattazione senza fenomeni di segregazione e gli accorgimenti per evitare danni dovuti alle vibrazioni o urti alle strutture già gettate.

L'appaltatore ha l'onere di approntare i necessari accorgimenti per proteggere le strutture appena gettate dalle condizioni atmosferiche negative o estreme, quali pioggia, freddo, caldo. La superficie dei getti deve essere mantenuta umida per almeno 15 giorni e comunque fino a 28 giorni dall'esecuzione, in climi caldi e secchi.

Non si deve mettere in opera calcestruzzo a temperature minori di 0 °C, salvo il ricorso a opportune cautele autorizzate dalla direzione dei lavori.

#### **6.10.14 Realizzazione delle gabbie delle armature per cemento armato**

Le gabbie di armatura dovranno essere, per quanto possibile, composte fuori opera. In ogni caso, in corrispondenza di tutti i nodi dovranno essere eseguite legature doppie incrociate in filo di ferro ricotto di diametro non inferiore a 0,6 mm, in modo da garantire l'invariabilità della geometria della gabbia durante il getto.

Nel caso di gabbie assemblate con parziale saldatura l'acciaio dovrà essere del tipo saldabile.

La posizione delle armature metalliche entro i casseri dovrà essere garantita utilizzando esclusivamente opportuni distanziatori in materiale plastico non deformabile oppure di malta o pasta cementizia, in modo da rispettare il copriferro prescritto.

#### **6.10.15 Ancoraggio delle barre e loro giunzioni**

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

La continuità fra le barre può effettuarsi mediante:

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

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

L'appaltatore dovrà consegnare preventivamente al direttore dei lavori le schede tecniche dei prodotti da utilizzare per le giunzioni.

#### **6.10.16 Getto del calcestruzzo ordinario**

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

È opportuno che l'altezza di caduta libera del calcestruzzo fresco, indipendentemente dal sistema di movimentazione e getto, non ecceda 50-80 cm e che lo spessore degli strati orizzontali di calcestruzzo, misurato dopo la vibrazione, non sia maggiore di 30 cm.

Si deve evitare di scaricare il calcestruzzo in cumuli da stendere poi successivamente con l'impiego dei vibratori, in quanto questo procedimento può provocare l'affioramento della pasta cementizia e la segregazione. Per limitare l'altezza di caduta libera del calcestruzzo, è opportuno utilizzare un tubo di getto che consenta al calcestruzzo di fluire all'interno di quello precedentemente messo in opera.

Nei getti in pendenza è opportuno predisporre dei cordolini d'arresto atti a evitare la formazione di lingue di calcestruzzo tanto sottili da non poter essere compattate in modo efficace.

Nel caso di getti in presenza d'acqua è opportuno:

- adottare gli accorgimenti atti a impedire che l'acqua dilavi il calcestruzzo e ne pregiudichi la regolare presa e maturazione;
- provvedere, con i mezzi più adeguati, alla deviazione dell'acqua e adottare miscele di calcestruzzo, coesive, con caratteristiche antidilavamento, preventivamente provate e autorizzate dal direttore dei lavori;
- utilizzare una tecnica di messa in opera che permetta di gettare il calcestruzzo fresco dentro il calcestruzzo fresco precedentemente gettato, in modo da far rifluire il calcestruzzo verso l'alto, limitando così il contatto diretto tra l'acqua e il calcestruzzo fresco in movimento.

#### **6.10.17 Getti in climi freddi**

Si definisce clima freddo una condizione climatica in cui, per tre giorni consecutivi, si verifica almeno una delle seguenti condizioni:

- la temperatura media dell'aria è inferiore a 5 °C;
- la temperatura dell'aria non supera 10 °C per più di 12 ore.

Prima del getto si deve verificare che tutte le superfici a contatto con il calcestruzzo siano a temperatura  $> + 5$  °C. La neve e il ghiaccio, se presenti, devono essere rimossi immediatamente prima del getto dalle casseforme, dalle armature e dal fondo. I getti all'esterno devono essere sospesi se la temperatura dell'aria è  $\leq 0$  °C. Tale limitazione non si applica nel caso di getti in ambiente protetto o qualora siano predisposti opportuni accorgimenti approvati dalla direzione dei lavori (per esempio, riscaldamento dei costituenti il calcestruzzo, riscaldamento dell'ambiente, ecc.).

Il calcestruzzo deve essere protetto dagli effetti del clima freddo durante tutte le fasi di preparazione, movimentazione, messa in opera, maturazione.

L'appaltatore deve eventualmente coibentare la cassaforma fino al raggiungimento della resistenza prescritta. In fase di stagionatura, si consiglia di ricorrere all'uso di agenti anti-evaporanti nel caso di superfici piane, o alla copertura negli altri casi, e di evitare ogni apporto d'acqua sulla superficie.

Gli elementi a sezione sottile messi in opera in casseforme non coibentate, esposti sin dall'inizio a basse temperature ambientali, richiedono un'attenta e sorvegliata stagionatura.

Nel caso in cui le condizioni climatiche portino al congelamento dell'acqua prima che il calcestruzzo abbia raggiunto una sufficiente resistenza alla compressione (5 N/mm<sup>2</sup>), il conglomerato può danneggiarsi in modo irreversibile.

Il valore limite (5 N/mm<sup>2</sup>) corrisponde ad un grado d'idratazione sufficiente a ridurre il contenuto in acqua libera e a formare un volume d'idrati in grado di ridurre gli effetti negativi dovuti al gelo. Durante le stagioni intermedie e/o in condizioni climatiche particolari (alta montagna) nel corso delle quali c'è comunque possibilità di gelo, tutte le superfici del calcestruzzo vanno protette, dopo la messa in opera, per almeno 24 ore. La protezione nei riguardi del gelo durante le prime 24 ore non impedisce comunque un ritardo, anche sensibile, nell'acquisizione delle resistenze nel tempo.

Nella Tabella 22 sono riportate le temperature consigliate per il calcestruzzo in relazione alle condizioni climatiche ed alle dimensioni del getto.

Dimensione minima della sezione (mm <sup>2</sup> )			
< 300	300 ÷ 900	900 ÷ 1800	> 1800
Temperatura minima del calcestruzzo al momento della messa in opera			
13 °C	10 °C	7 °C	5 °C
Massima velocità di raffreddamento per le superfici del calcestruzzo al termine del periodo di protezione			
1,15 °C/h	0,90 °C/h	0,70 °C/h	0,45 °C/h

**Tabella 22: Temperature consigliate per il calcestruzzo in relazione alle condizioni climatiche e alle dimensioni del getto**

Durante il periodo freddo la temperatura del calcestruzzo fresco messo in opera nelle casseforme non dovrebbe essere inferiore ai valori riportati nel prospetto precedente. In relazione alla temperatura ambiente e ai tempi di attesa e di trasporto, si deve prevedere un raffreddamento di 2-5 °C tra il termine della miscelazione e la messa in opera. Durante il periodo freddo è rilevante l'effetto protettivo delle casseforme. Quelle metalliche, per esempio, offrono una protezione efficace solo se sono opportunamente coibentate.

Al termine del periodo di protezione, necessario alla maturazione, il calcestruzzo deve essere raffreddato gradatamente per evitare il rischio di fessure provocate dalla differenza di temperatura tra parte interna ed esterna. La diminuzione di temperatura sulla superficie del calcestruzzo, durante le prime 24 ore, non dovrebbe superare i valori riportati in tabella. Si consiglia di allontanare gradatamente le protezioni, facendo in modo che il calcestruzzo raggiunga gradatamente l'equilibrio termico con l'ambiente.

#### **6.10.18 Riprese di getto**

Le interruzioni del getto devono essere autorizzate dalla direzione dei lavori. Per quanto possibile, i getti devono essere eseguiti senza soluzione di continuità, in modo da evitare le riprese e conseguire la necessaria continuità strutturale. Per ottenere ciò, è opportuno ridurre al minimo il tempo di ricopertura tra gli strati successivi, in modo che mediante vibrazione si ottenga la monoliticità del calcestruzzo.

Qualora siano inevitabili le riprese di getto, è necessario che la superficie del getto su cui si prevede la ripresa sia lasciata quanto più possibile corrugata. Alternativamente, la superficie deve essere scalfita e pulita dai detriti, in modo da migliorare l'adesione con il getto successivo. L'adesione può essere migliorata con specifici adesivi per ripresa di getto (resine) o con tecniche diverse che prevedono l'utilizzo di additivi ritardanti o ritardanti superficiali da aggiungere al calcestruzzo o da applicare sulla superficie.

In sintesi:

- le riprese del getto su calcestruzzo fresco possono essere eseguite mediante l'impiego di additivi ritardanti nel dosaggio necessario in relazione alla composizione del calcestruzzo;
- le riprese dei getti su calcestruzzo indurito devono prevedere superfici di ripresa del getto precedente molto rugose, che devono essere accuratamente pulite e superficialmente trattate per assicurare la massima adesione tra i due getti di calcestruzzo.

La superficie di ripresa del getto di calcestruzzo può essere ottenuta con:

- scarificazione della superficie del calcestruzzo già gettato;
- spruzzando sulla superficie del getto una dose di additivo ritardante la presa;
- collegando i due getti con malta di collegamento a ritiro compensato.

Quando sono presenti armature metalliche (barre) attraversanti le superfici di ripresa, occorre fare sì che tali barre, in grado per la loro natura di resistere al taglio, possano funzionare più efficacemente come elementi tesi in tralicci resistenti agli scorrimenti, essendo gli elementi compressi costituiti da aste virtuali di calcestruzzo che, come si è detto in precedenza, abbiano a trovare una buona imposta ortogonale rispetto al loro asse (questo è, per esempio, il caso delle travi gettate in più riprese sulla loro altezza).

Tra le riprese di getto sono da evitare i distacchi, le discontinuità o le differenze d'aspetto e colore. Nel caso di ripresa di getti di calcestruzzo a vista devono eseguirsi le ulteriori disposizioni del direttore dei lavori.

#### **6.10.19 Compattazione del calcestruzzo**

Quando il calcestruzzo fresco è versato nella cassaforma, contiene molti vuoti e tasche d'aria racchiusi tra gli aggregati grossolani rivestiti parzialmente da malta. Il volume di tale aria, che si aggira tra il 5 e il 20%, dipende dalla consistenza del calcestruzzo, dalla dimensione della cassaforma, dalla distribuzione e dall'addensamento delle barre d'armatura e dal modo con cui il calcestruzzo è stato versato nella cassaforma.



La compattazione è il processo mediante il quale le particelle solide del calcestruzzo fresco si serrano tra loro riducendo i vuoti. Tale processo può essere effettuato mediante vibrazione, centrifugazione, battitura e assestamento.

I calcestruzzi con classi di consistenza S1 e S2, che allo stato fresco sono generalmente rigidi, richiedono una compattazione più energica dei calcestruzzi di classe S3 o S4, aventi consistenza plastica o plastica fluida.

La lavorabilità di un calcestruzzo formulato originariamente con poca acqua non può essere migliorata aggiungendo acqua. Tale aggiunta penalizza la resistenza e dà luogo alla formazione di una miscela instabile che tende a segregare durante la messa in opera. Quando necessario possono essere utilizzati degli additivi fluidificanti o talvolta superfluidificanti.

Nel predisporre il sistema di compattazione, si deve prendere in considerazione la consistenza effettiva del calcestruzzo al momento della messa in opera che, per effetto della temperatura e della durata di trasporto, può essere inferiore a quella rilevata al termine dell'impasto.

La compattazione del calcestruzzo deve evitare la formazione di vuoti, soprattutto nelle zone di copriferro. Compattazione mediante vibrazione

La vibrazione consiste nell'imporre al calcestruzzo fresco rapide vibrazioni che fluidificano la malta e drasticamente riducono l'attrito interno esistente tra gli aggregati. In questa condizione, il calcestruzzo si assesta per effetto della forza di gravità, fluisce nelle casseforme, avvolge le armature ed espelle l'aria intrappolata. Al termine della vibrazione, l'attrito interno ristabilisce lo stato di quiete e il calcestruzzo risulta denso e compatto. I vibratori possono essere interni ed esterni.

I vibratori interni, detti anche a immersione o ad ago, sono i più usati nei cantieri. Essi sono costituiti da una sonda o ago, contenente un albero eccentrico azionato da un motore tramite una trasmissione flessibile. Il loro raggio d'azione, in relazione al diametro, varia tra 0,2 e 0,6 m, mentre la frequenza di vibrazione, quando il vibratore è immerso nel calcestruzzo, è compresa tra 90 e 250 Hz.

L'uso dei vibratori non deve essere prolungato, per non provocare la separazione dei componenti il calcestruzzo per effetto della differenza del peso specifico e il rifluimento verso l'alto dell'acqua di impasto con conseguente trasporto di cemento.

Per effettuare la compattazione, l'ago vibrante deve essere introdotto verticalmente e spostato da punto a punto nel calcestruzzo, con tempi di permanenza che vanno dai 5 ai 30 secondi. L'effettivo completamento della compattazione può essere valutato dall'aspetto della superficie, che non deve essere né porosa né eccessivamente ricca di malta. L'estrazione dell'ago deve essere graduale ed effettuata in modo da permettere la chiusura dei fori da esso lasciati.

L'ago deve essere introdotto per l'intero spessore del getto fresco e per 5-10 cm in quello sottostante, se questo è ancora lavorabile. In tal modo, si ottiene un adeguato legame tra gli strati e si impedisce la formazione di un giunto freddo tra due strati di getti sovrapposti. I cumuli che inevitabilmente si formano quando il calcestruzzo è versato nei casseri devono essere livellati inserendo il vibratore entro la loro sommità. Per evitare la segregazione, il calcestruzzo non deve

essere spostato lateralmente con i vibratori mantenuti in posizione orizzontale, operazione che comporterebbe un forte affioramento di pasta cementizia con contestuale sedimentazione degli aggregati grossi. La vibrazione ottenuta affiancando il vibratore alle barre d'armatura è tollerata solo se l'addensamento tra le barre impedisce l'ingresso del vibratore e a condizione che non ci siano sottostanti strati di calcestruzzo in fase d'indurimento.

Qualora il getto comporti la messa in opera di più strati, si dovrà programmare la consegna del calcestruzzo in modo che ogni strato sia disposto sul precedente quando questo è ancora allo strato plastico, così da evitare i giunti freddi.

I vibratori esterni sono utilizzati generalmente negli impianti di prefabbricazione ma possono comunque essere utilizzati anche nei cantieri quando la struttura è complessa o l'addensamento delle barre d'armatura limita o impedisce l'inserimento di un vibratore a immersione.

I vibratori superficiali applicano la vibrazione tramite una sezione piana appoggiata alla superficie del getto: in questo modo il calcestruzzo è sollecitato in tutte le direzioni e la tendenza a segregare è minima. Un martello elettrico può essere usato come vibratore superficiale se combinato con una piastra d'idonea sezione. Per consolidare sezioni sottili è utile l'impiego di rulli vibranti.

#### **6.10.20 Stagionatura**

Per una corretta stagionatura del calcestruzzo è necessario seguire le seguenti disposizioni:

- prima della messa in opera:
  - saturare a rifiuto il sottofondo e le casseforme di legno, oppure isolare il sottofondo con fogli di plastica e impermeabilizzare le casseforme con disarmante;
  - la temperatura del calcestruzzo al momento della messa in opera deve essere  $\leq 0\text{ }^{\circ}\text{C}$ , raffreddando, se necessario, gli aggregati e l'acqua di miscela.
  - durante la messa in opera:
    - erigere temporanee barriere frangivento per ridurre la velocità sulla superficie del calcestruzzo;
    - erigere protezioni temporanee contro l'irraggiamento diretto del sole;
    - proteggere il calcestruzzo con coperture temporanee, quali fogli di polietilene, nell'intervallo fra la messa in opera e la finitura;
    - ridurre il tempo fra la messa in opera e l'inizio della stagionatura protetta.
- dopo la messa in opera:
  - minimizzare l'evaporazione proteggendo il calcestruzzo immediatamente dopo la finitura con membrane impermeabili, umidificazione a nebbia o copertura;
  - la massima temperatura ammissibile all'interno delle sezioni è di  $70\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;
  - la differenza massima di temperatura fra l'interno e l'esterno è di  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;
  - la massima differenza di temperatura fra il calcestruzzo messo in opera e le parti già indurite o altri elementi della struttura è di  $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

È compito della direzione dei lavori specificare le modalità di ispezione e di controllo.

La protezione consiste nell'impedire, durante la fase iniziale del processo di indurimento:

- l'essiccazione della superficie del calcestruzzo, perché l'acqua è necessaria per l'idratazione del cemento e, nel caso in cui si impieghino cementi di miscela, per il progredire delle reazioni pozzolaniche; inoltre serve a impedire che gli strati superficiali del manufatto indurito risultino porosi. L'essiccazione prematura rende il copriferro permeabile e quindi scarsamente resistente alla penetrazione delle sostanze aggressive presenti nell'ambiente di esposizione;
- il congelamento dell'acqua d'impasto prima che il calcestruzzo abbia raggiunto un grado adeguato di indurimento;
- che i movimenti differenziali, dovuti a differenze di temperatura attraverso la sezione del manufatto, siano di entità tale da generare fessure.

I metodi di stagionatura proposti dall'appaltatore dovranno essere preventivamente sottoposti all'esame del direttore dei lavori, che potrà richiedere le opportune verifiche sperimentali. Durante il periodo di stagionatura protetta, si dovrà evitare che i getti di calcestruzzo subiscano urti, vibrazioni e sollecitazioni di ogni genere. Il metodo di stagionatura prescelto dovrà assicurare che le variazioni termiche differenziali nella sezione trasversale delle strutture, da misurare con serie di termocoppie, non provochino fessure o cavillature tali da compromettere le caratteristiche del calcestruzzo indurito. Tali variazioni termiche potranno essere verificate direttamente nella struttura mediante serie di termocoppie predisposte all'interno del cassero nella posizione indicata dal progettista.

L'appaltatore dovrà evitare congelamenti superficiali o totali di strutture in cemento armato sottili oppure innalzamenti di temperatura troppo elevati con conseguente abbattimento delle proprietà del calcestruzzo indurito nel caso di strutture massive.

A titolo esemplificativo di seguito si indicano i più comuni sistemi di protezione termica per le strutture in calcestruzzo adottabili nei getti di cantiere, ovvero:

- cassaforma isolante;
- sabbia e foglio di polietilene;
- immersione in leggero strato d'acqua;
- coibentazione con teli flessibili. CASSAFORMA ISOLANTE

Il  $\Delta t \leq 20$  °C può essere rispettato se si usa una cassaforma isolante, ad esempio legno compensato con spessore  $\geq 2$  cm o se il getto si trova contro terra.

#### SABBIA E FOGLIO DI POLIETILENE

La parte superiore del getto si può proteggere con un foglio di polietilene coperto con 7-8 cm di sabbia. Il foglio di polietilene ha anche la funzione di mantenere la superficie pulita e satura d'umidità.

#### IMMERSIONE IN LEGGERO STRATO D'ACQUA

La corretta stagionatura è assicurata mantenendo costantemente umida la struttura messa in opera. Nel caso di solette e getti a sviluppo orizzontale, si suggerisce di creare un cordolo

perimetrale che permette di mantenere la superficie costantemente ricoperta da alcuni centimetri d'acqua.

Occorre porre attenzione, in condizioni di forte ventilazione, alla rapida escursione della temperatura sulla superficie per effetto dell'evaporazione.

#### COIBENTAZIONE CON TELI FLESSIBILI

Sono ideali nelle condizioni invernali, in quanto permettono di trattenere il calore nel getto, evitando la dispersione naturale. Si deve tener conto tuttavia che nella movimentazione le coperte possono essere facilmente danneggiate. Al fine di assicurare alla struttura un corretto sistema di stagionatura in funzione delle condizioni ambientali, della geometria dell'elemento e dei tempi di scasseratura previsti, occorre prevedere ed eseguire in cantiere una serie di verifiche che assicurino l'efficacia delle misure di protezione adottate.

Con il termine durata di stagionatura si intende il periodo che intercorre tra la messa in opera e il tempo in cui il calcestruzzo ha raggiunto le caratteristiche essenziali desiderate. Per l'intera durata della stagionatura, il calcestruzzo necessita d'attenzioni e cure affinché la sua maturazione possa avvenire in maniera corretta. La durata di stagionatura deve essere prescritta in relazione alle proprietà richieste per la superficie del calcestruzzo (resistenza meccanica e compattezza) e per la classe d'esposizione. Se la classe di esposizione prevista è limitata alle classi X0 e XC1, il tempo minimo di protezione non deve essere inferiore a 12 ore, a condizione che il tempo di presa sia inferiore a cinque ore, e che la temperatura della superficie del calcestruzzo sia superiore a 5 °C. Se il calcestruzzo è esposto a classi d'esposizione diverse da X0 o XC1, la durata di stagionatura deve essere estesa fino a quando il calcestruzzo ha raggiunto, sulla sua superficie, almeno il 50% della resistenza media, o il 70% della resistenza caratteristica, previste dal progetto.

Nella tabella seguente è riportata, in funzione dello sviluppo della resistenza e della temperatura del calcestruzzo, la durata di stagionatura minima per calcestruzzi esposti a classi d'esposizione diverse da X0 e XC1.

Temperatura $t$ della superficie del calcestruzzo (°C)	Durata minima della stagionatura (giorni)			
	Sviluppo della resistenza in base al rapporto $r = (f_{cm2}/f_{cm28})^1$			
	Rapido $r \geq 0,50$	Medio $0,50 < r \leq 0,30$	Lento $0,30 < r \leq 0,15$	Molto lento $r < 0,15$
$t \geq 25$	1,0	1,5	2,0	3
$25 > t \geq 15$	1,0	2,0	3,0	5
$15 > t \geq 10$	2,0	4,0	7,0	10
$10 > t \geq 5$	3,0	6,0	10	15

<sup>1</sup> La velocità di sviluppo della resistenza  $r$  è calcolata in base al rapporto sperimentale della resistenza meccanica  $f_{cm}$  alla compressione determinata alla scadenza di 2 e 28 giorni. Al tempo di maturazione specificato deve essere aggiunto l'eventuale tempo di presa eccedente le cinque ore. Il tempo durante il quale il calcestruzzo rimane a temperatura  $< 5$  °C non deve essere

**Tabella 23: Durata di stagionatura minima per calcestruzzi esposti a classi d'esposizione diverse (da X0 a XC1)**

L'indicazione circa la durata di stagionatura, necessaria a ottenere la durabilità e impermeabilità dello strato superficiale, non deve essere confusa con il tempo necessario al raggiungimento della

resistenza prescritta per la rimozione delle casseforme e i conseguenti aspetti di sicurezza strutturale. Per limitare la perdita d'acqua per evaporazione si adottano i seguenti metodi:

- mantenere il getto nelle casseforme per un tempo adeguato (3-7 giorni);
- coprire la superficie del calcestruzzo con fogli di plastica, a tenuta di vapore, assicurati ai bordi e nei punti di giunzione;
- mettere in opera coperture umide sulla superficie in grado di proteggere dall'essiccazione;
- mantenere umida la superficie del calcestruzzo con l'apporto di acqua;
- applicare prodotti specifici (filmogeni antievaporanti) per la protezione delle superfici.

I prodotti filmogeni di protezione curing non possono essere applicati lungo i giunti di costruzione, sulle riprese di getto o sulle superfici che devono essere trattate con altri materiali, a meno che il prodotto non venga completamente rimosso prima delle operazioni o che si sia verificato che non ci siano effetti negativi nei riguardi dei trattamenti successivi, salvo specifica deroga da parte della direzione dei lavori. Per eliminare il film dello strato protettivo dalla superficie del calcestruzzo, si può utilizzare la sabbiatura o l'idropulitura con acqua in pressione. La colorazione del prodotto di curing serve a rendere visibili le superfici trattate. Si devono evitare, nel corso della stagionatura, i ristagni d'acqua sulle superfici che rimarranno a vista.

Nel caso in cui siano richieste particolari caratteristiche per la superficie del calcestruzzo, quali la resistenza all'abrasione o durabilità, è opportuno aumentare il tempo di protezione e maturazione.

Norme di riferimento per i prodotti filmogeni

- UNI EN 206-1 - Calcestruzzo. Specificazione, prestazione, produzione e conformità;
- UNI 8656 - Prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo durante la maturazione. Classificazione e requisiti;
- UNI 8657 - Prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo durante la maturazione. Determinazione della ritenzione d'acqua;
- UNI 8658 - Prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo durante la maturazione. Determinazione del tempo di essiccamento;
- UNI 8659 - Prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo durante la maturazione. Determinazione del fattore di riflessione dei prodotti filmogeni pigmentati di bianco;
- UNI 8660 - Prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo durante la maturazione. Determinazione dell'influenza esercitata dai prodotti filmogeni sulla resistenza all'abrasione del calcestruzzo.

#### **6.10.21 Controllo della fessurazione superficiale**

Per le strutture in cemento armato in cui non sono ammesse fessurazioni dovranno essere predisposti i necessari accorgimenti previsti dal progetto esecutivo o impartite dalla direzione dei lavori.

Le fessurazioni superficiali dovute al calore che si genera nel calcestruzzo devono essere controllate mantenendo la differenza di temperatura tra il centro e la superficie del getto intorno ai 20 °C.

#### **6.10.22 *Maturazione accelerata con getti di vapore saturo***

In cantiere la maturazione accelerata a vapore del calcestruzzo gettato può ottenersi con vapore alla temperatura di 55-80 °C alla pressione atmosferica. La temperatura massima raggiunta dal calcestruzzo non deve superare i 60 °C e il successivo raffreddamento deve avvenire con gradienti non superiori a 10 °C/h.

A titolo orientativo potranno essere eseguite le raccomandazioni del documento ACI 517.2R-80 (Accelerated Curing of Concrete at Atmospheric Pressure).

### **6.11 Casseforme e puntelli per le strutture in calcestruzzo semplice e armato**

#### **6.11.1 *Caratteristiche delle casseforme***

Le casseforme e le relative strutture di supporto devono essere realizzate in modo da sopportare le azioni alle quali sono sottoposte nel corso della messa in opera del calcestruzzo e in modo da essere abbastanza rigide per garantire il rispetto delle dimensioni geometriche e delle tolleranze previste.

In base alla loro configurazione le casseforme possono essere classificate in:

- casseforme smontabili;
- casseforme a tunnel, idonee a realizzare contemporaneamente elementi edilizi orizzontali e verticali;
- casseforme rampanti, atte a realizzare strutture verticali mediante il loro progressivo innalzamento, ancorate al calcestruzzo precedentemente messo in opera;
- casseforme scorrevoli, predisposte per realizzare in modo continuo opere che si sviluppino in altezza o lunghezza.

Per rispettare le quote e le tolleranze geometriche progettuali, le casseforme devono essere praticamente indeformabili quando, nel corso della messa in opera, sono assoggettate alla pressione del calcestruzzo e alla vibrazione. È opportuno che eventuali prescrizioni relative al grado di finitura della superficie a vista siano riportate nelle specifiche progettuali.

La superficie interna delle casseforme rappresenta il negativo dell'opera da realizzare; tutti i suoi pregi e difetti si ritrovano sulla superficie del getto.

Generalmente, una cassaforma è ottenuta mediante l'accostamento di pannelli. Se tale operazione non è eseguita correttamente e/o non sono predisposti i giunti a tenuta, la fase liquida del calcestruzzo, o boiaccia, fuoriesce provocando difetti estetici sulla superficie del getto, eterogeneità nella tessitura e nella colorazione nonché nidi di ghiaia.

La tenuta delle casseforme deve essere curata in modo particolare nelle strutture con superfici di calcestruzzo a vista e può essere migliorata utilizzando giunti preformati riutilizzabili oppure con mastice e con guarnizioni monouso.

Alla difficoltà di ottenere connessioni perfette si può porre rimedio facendo in modo che le giunture siano in corrispondenza di modanature o di altri punti d'arresto del getto.

Tutti i tipi di casseforme (con la sola esclusione di quelle che rimangono inglobate nell'opera finita), prima della messa in opera del calcestruzzo, richiedono il trattamento con un agente (prodotto) disarmante. I prodotti disarmanti sono applicati ai manti delle casseforme per agevolare il distacco del calcestruzzo, ma svolgono anche altre funzioni, quali la protezione della superficie delle casseforme metalliche dall'ossidazione e della corrosione, l'impermeabilizzazione dei pannelli di legno e il miglioramento della qualità della superficie del calcestruzzo. La scelta del prodotto e la sua corretta applicazione influenzano la qualità delle superfici del calcestruzzo, in particolare l'omogeneità di colore e l'assenza di bolle.

Le casseforme assorbenti, costituite da tavole o pannelli di legno non trattato o altri materiali assorbenti, calcestruzzo compreso prima della messa in opera del calcestruzzo richiedono la saturazione con acqua. Si deve aver cura di eliminare ogni significativa traccia di ruggine nelle casseforme metalliche.

Nel caso in cui i ferri d'armatura non siano vincolati alle casseforme, per rispettare le tolleranze dello spessore del copriferro si dovranno predisporre opportune guide o riscontri che contrastano l'effetto della pressione esercitata dal calcestruzzo.

Nella tabella seguente sono indicati i principali difetti delle casseforme, le conseguenze e le possibili precauzioni per evitare o almeno contenere i difetti stessi.

	Difetti	Conseguenze	Precauzioni
Per le casseforme	Deformabilità eccessiva	Sulle tolleranze dimensionali	Utilizzare casseforme poco deformabili, casseforme non deformate, pannelli di spessore omogeneo
	Tenuta insufficiente	Perdita di boiaccia e/o fuoriuscita d'acqua d'impasto. Formazione di nidi di ghiaia	Connettere correttamente le casseforme e sigillare i giunti con materiali idonei o guarnizioni
Per i pannelli	Superficie troppo assorbente	Superficie del calcestruzzo omogenea e di colore chiaro	Saturare le casseforme con acqua. Usare un idoneo prodotto disarmante e/o impermeabilizzante
	Superficie non assorbente	Presenza di bolle superficiali	Distribuire correttamente il disarmante. Far rifluire il calcestruzzo dal basso
	Superficie ossidata	Tracce di macchie e di ruggine	Pulire accuratamente le casseforme metalliche. Utilizzare un prodotto disarmante anticorrosivo
Per i prodotti disarmanti	Distribuzione in eccesso	Macchie sul calcestruzzo Presenza di bolle d'aria	Utilizzare un sistema idoneo a distribuire in modo omogeneo un film sottile di disarmante. Pulire accuratamente le casseforme dai residui dei precedenti
	Distribuzione insufficiente	Disomogeneità nel distacco	Curare l'applicazione del prodotto disarmante

**Tabella 24: Difetti delle casseforme, conseguenze e precauzioni**

### 6.11.2 Casseforme speciali

Le casseforme speciali più frequentemente utilizzate sono quelle rampanti e quelle scorrevoli orizzontali e verticali.

Le casseforme rampanti si sorreggono sul calcestruzzo indurito dei getti sottostanti precedentemente messi in opera. Il loro fissaggio è realizzato mediante bulloni o barre inserite nel calcestruzzo. L'avanzamento nei getti è vincolato al raggiungimento da parte del calcestruzzo di una resistenza sufficiente a sostenere il carico delle armature, del calcestruzzo del successivo getto, degli uomini e delle attrezzature.

Questa tecnica è finalizzata alla realizzazione di strutture di notevole altezza, quali pile di ponte, ciminiere, pareti di sbarramento (dighe), strutture industriali a sviluppo verticale.

La tecnica delle casseforme scorrevoli consente di mettere in opera il calcestruzzo in modo continuo. La velocità di avanzamento della cassaforma è regolata in modo che il calcestruzzo formato sia sufficientemente rigido da mantenere la propria forma, sostenere il proprio peso e le eventuali sollecitazioni indotte dalle attrezzature e, nel caso di casseforme scorrevoli verticali, anche il calcestruzzo del getto successivo.

Le casseforme scorrevoli orizzontali scivolano conferendo al calcestruzzo la sezione voluta, avanzano su rotaie e la direzione e l'allineamento sono mantenuti facendo riferimento a un filo di guida. Sono utilizzate, ad esempio, per rivestimenti di gallerie, condotte d'acqua, rivestimenti di canali, pavimentazioni stradali, barriere spartitraffico.

Le casseforme scorrevoli verticali invece sono utilizzate per realizzare strutture, quali sili, edifici a torre, ciminiere.

L'utilizzo delle casseforme scorrevoli comporta dei vincoli per le proprietà del calcestruzzo fresco. Nel caso delle casseforme scorrevoli orizzontali, è richiesta una consistenza quasi asciutta (S1-S2). Il calcestruzzo deve rendersi plastico sotto l'effetto dei vibratori, ma al rilascio dello stampo deve essere sufficientemente rigido per autosostenersi. Con le casseforme scorrevoli verticali invece il tempo d'indurimento e la scorrevolezza del calcestruzzo sono parametri vincolanti e devono essere costantemente controllati.

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.

#### Casseforme in legno

Nel caso di 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. Le parti componenti i casseri devono essere a perfetto contatto per evitare la fuoriuscita di boiacca cementizia.



Tavolame	Tavole (o sottomisure)	Spessore 2,5 cm Larghezza 8-16 cm Lunghezza 4 m
	Tavoloni (da ponteggio)	Spessore 5 cm Larghezza 30-40 cm Lunghezza 4 m
Legname segato	Travi (sostacchine)	Sezione quadrata da 12 x 12 a 20 x 20 cm lunghezza 4 m
Legname tondo	Antenne, candele	Diametro min 12 cm Lunghezza > 10-12 cm
	Pali, ritti	Diametro 10-12 cm Lunghezza > 6- 12 cm
Residui di lavorazioni precedenti	Da tavole (mascelle) Da travi (mozzature)	Lunghezza > 20 cm

Tabella 25: Legname per carpenteria

### 6.11.3 Pulizia e trattamento

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

Dove e quando necessario, si farà uso di prodotti disarmanti disposti in strati omogenei continui. I disarmanti non dovranno assolutamente macchiare la superficie in vista del conglomerato cementizio. 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.

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.

Legature delle casseforme e distanziatori delle armature

Gli inserti destinati a mantenere le armature in posizione, quali distanziali, tiranti, barre o altri elementi incorporati o annegati nella sezione come placche e perni di ancoraggio, devono:

- essere fissati solidamente in modo tale che la loro posizione rimanga quella prescritta anche dopo la messa in opera e la compattazione del calcestruzzo;
- non indebolire la struttura;
- non indurre effetti dannosi al calcestruzzo, agli acciai di armatura e ai tiranti di precompressione;
- non provocare macchie inaccettabili;
- non nuocere alla funzionalità o alla durabilità dell'elemento strutturale;
- non ostacolare la messa in opera e la compattazione del calcestruzzo.

Ogni elemento annegato deve avere una rigidità tale da mantenere la sua forma durante le operazioni di messa in opera del calcestruzzo.

I dispositivi che mantengono in posto le casseforme, quando attraversano il conglomerato cementizio, non devono essere dannosi a quest'ultimo. In particolare, viene prescritto che dovunque sia possibile gli elementi delle casseforme vengano fissati nell'esatta posizione prevista usando fili metallici liberi di scorrere entro tubi di PVC o simile, questi ultimi destinati a rimanere

incorporati nel getto di calcestruzzo. Dove ciò non fosse possibile, previa informazione alla direzione dei lavori, potranno essere adottati altri sistemi, prescrivendo le cautele da adottare.

È vietato l'uso di distanziatori di legno o metallici; sono invece ammessi quelli in plastica, ma ovunque sia possibile dovranno essere usati quelli in malta di cemento.

La superficie del distanziatore a contatto con la cassaforma deve essere la più piccola possibile.

Si preferiranno quindi forme cilindriche, semicilindriche e semisferiche.

#### Strutture di supporto

- Le strutture di supporto devono prendere in considerazione l'effetto combinato:
- del peso proprio delle casseforme, dei ferri d'armatura e del calcestruzzo;
- della pressione esercitata sulle casseforme dal calcestruzzo in relazione ai suoi gradi di consistenza più elevati, particolarmente nel caso di calcestruzzo autocompattante (SCC);
- delle sollecitazioni esercitate da personale, materiali, attrezzature, ecc., compresi gli effetti statici e dinamici provocati dalla messa in opera del calcestruzzo, dai suoi eventuali accumuli in fase di getto e dalla sua compattazione;
- dei possibili sovraccarichi dovuti al vento e alla neve.

Alle casseforme non devono essere connessi carichi e/o azioni dinamiche dovute a fattori esterni quali, ad esempio, le tubazioni delle pompe per calcestruzzo. La deformazione totale delle casseforme e la somma di quelle relative ai pannelli e alle strutture di supporto non devono superare le tolleranze geometriche previste per il getto.

Per evitare la deformazione del calcestruzzo non ancora completamente indurito e le possibili fessurazioni, le strutture di supporto devono prevedere l'effetto della spinta verticale e orizzontale del calcestruzzo durante la messa in opera e, nel caso in cui la struttura di supporto poggi anche parzialmente al suolo, occorrerà assumere i provvedimenti necessari per compensare gli eventuali assestamenti.

Nel caso del calcestruzzo autocompattante (SCC) non è prudente tener conto della riduzione di pressione laterale, che deve essere considerata di tipo idrostatico agente su tutta l'altezza di getto, computata a partire dalla quota d'inizio o di ripresa di getto. Per evitare la marcatura delle riprese di getto, compatibilmente con la capacità delle casseforme a resistere alla spinta idrostatica esercitata dal materiale fluido, il calcestruzzo autocompattante deve essere messo in opera in modo continuo, programmando le riprese di getto lungo le linee di demarcazione architettoniche (modanature, segna-piano, ecc.).

#### **Giunti tra gli elementi di cassaforma**

I giunti tra gli elementi di cassaforma saranno realizzati con ogni cura, al fine di evitare fuoriuscite di boiacca e creare irregolarità o sbavature. Potrà essere prescritto che tali giunti debbano essere evidenziati in modo da divenire elementi architettonici.

#### **Predisposizione di fori, tracce, cavità**

L'appaltatore avrà l'obbligo di predisporre in corso di esecuzione quanto è previsto nei disegni progettuali esecutivi, per ciò che concerne fori, tracce, cavità, incassature, ecc., per la posa in

opera di apparecchi accessori quali giunti, appoggi, smorzatori sismici, pluviali, passi d'uomo, passerelle d'ispezione, sedi di tubi e di cavi, opere interruttive, sicurvia, parapetti, mensole, segnalazioni, parti d'impianti, ecc.

#### **Linee generali per il disarmo delle strutture in cemento armato**

Il disarmo comprende le fasi che riguardano la rimozione delle casseforme e delle strutture di supporto. Queste non possono essere rimosse prima che il calcestruzzo abbia raggiunto la resistenza sufficiente a:

- sopportare le azioni applicate;
- evitare che le deformazioni superino le tolleranze specificate;
- resistere ai deterioramenti di superficie dovuti al disarmo.

Durante il disarmo è necessario evitare che la struttura subisca colpi, sovraccarichi e deterioramenti.

I carichi sopportati da ogni centina devono essere rilasciati gradatamente, in modo tale che gli elementi di supporto contigui non siano sottoposti a sollecitazioni brusche ed eccessive.

La stabilità degli elementi di supporto e delle casseforme deve essere assicurata e mantenuta durante l'annullamento delle reazioni in gioco e lo smontaggio. L'appaltatore non può effettuare il disarmo delle strutture entro giorni 15 dalla data di esecuzione del getto.

Il disarmo deve avvenire gradatamente adottando i provvedimenti necessari a evitare brusche sollecitazioni e azioni dinamiche. Infatti, l'eliminazione di un supporto dà luogo, nel punto di applicazione, a una repentina forza uguale e contraria a quella esercitata dal supporto (per carichi verticali, si tratta di forze orientate verso il basso, che danno luogo a impropri aumenti di sollecitazione delle strutture). Il disarmo non deve avvenire prima che la resistenza del conglomerato abbia raggiunto il valore necessario in relazione all'impiego della struttura all'atto del disarmo, tenendo anche conto delle altre esigenze progettuali e costruttive.

Si può procedere alla rimozione delle casseforme dai getti solo quando è stata raggiunta la resistenza indicata dal progettista e comunque non prima dei tempi prescritti nei decreti attuativi della legge n. 1086/1971. In ogni caso, il disarmo deve essere autorizzato e concordato con la direzione dei lavori.

Si deve porre attenzione ai periodi freddi, quando le condizioni climatiche rallentano lo sviluppo delle resistenze del calcestruzzo, come pure al disarmo e alla rimozione delle strutture di sostegno delle solette e delle travi. In caso di dubbio, è opportuno verificare la resistenza meccanica reale del calcestruzzo.

Le operazioni di disarmo delle strutture devono essere eseguite da personale specializzato dopo l'autorizzazione del direttore dei lavori. Si dovrà tenere conto e prestare attenzione che sulle strutture da disarmare non vi siano carichi accidentali e temporanei e verificare i tempi di maturazione dei getti in calcestruzzo.

È vietato disarmare le armature di sostegno se sulle strutture insistono carichi accidentali e temporanei.

L'impiego di disarmanti per facilitare il distacco delle casseforme non deve pregiudicare l'aspetto della superficie del calcestruzzo e la permeabilità né influenzarne la presa o causare la formazione di bolle e macchie.

La direzione dei lavori potrà autorizzare l'uso di disarmanti sulla base di prove sperimentali per valutarne gli effetti finali. In generale, le quantità di disarmante non devono superare i dosaggi indicati dal produttore. La stessa cosa vale per l'applicazione del prodotto.

**NORME DI RIFERIMENTO:**

- UNI 8866-1 - Prodotti disarmanti per calcestruzzi. Definizione e classificazione;
- UNI 8866-2 - Prodotti disarmanti per calcestruzzi. Prova dell'effetto disarmante, alle temperature di 20 e 80 °C, su superficie di acciaio o di legno trattato.

#### **6.11.4 Disarmanti**

L'impiego di disarmanti per facilitare il distacco delle casseforme non deve pregiudicare l'aspetto della superficie del calcestruzzo e la permeabilità né influenzarne la presa o causare la formazione di bolle e macchie.

La direzione dei lavori potrà autorizzare l'uso di disarmanti sulla base di prove sperimentali per valutarne gli effetti finali. In generale, le quantità di disarmante non devono superare i dosaggi indicati dal produttore. La stessa cosa vale per l'applicazione del prodotto.

#### **6.11.5 Ripristini e stuccature**

Nessun ripristino o stuccatura potrà essere eseguito dall'appaltatore dopo il disarmo delle strutture in calcestruzzo senza il preventivo controllo del direttore dei lavori.

Eventuali elementi metallici, quali chiodi o reggette che dovessero sporgere dai getti, dovranno essere tagliati almeno 1 cm sotto la superficie finita e gli incavi risultanti dovranno essere accuratamente sigillati con malta fine di cemento ad alta adesione.

Gli eventuali fori e/o nicchie formate nel calcestruzzo dalle strutture di supporto dei casseri devono essere riempiti e trattati in superficie con un materiale di qualità simile a quella del calcestruzzo circostante.

A seguito di tali interventi, la direzione dei lavori potrà richiedere, per motivi estetici, la ripulitura o la verniciatura delle superfici del getto con idonei prodotti.

#### **6.11.6 Caricamento delle strutture disarmate**

Il caricamento delle strutture in cemento armato disarmate deve essere autorizzato dalla direzione dei lavori che deve valutarne l'idoneità statica o in relazione alla maturazione del calcestruzzo e ai carichi sopportabili.

La direzione dei lavori potrà procedere alla misura delle deformazioni delle strutture dopo il disarmo, considerando l'azione del solo peso proprio.

#### **6.11.7 Prescrizioni specifiche per il calcestruzzo a faccia vista**

Affinché il colore superficiale del calcestruzzo, determinato dalla sottile pellicola di malta che si forma nel getto a contatto con la cassaforma, risulti il più possibile uniforme, il cemento utilizzato

in ciascuna opera dovrà provenire dallo stesso cementificio ed essere sempre dello stesso tipo e classe. La sabbia invece dovrà provenire dalla stessa cava e avere granulometria e composizione costante.

Le opere o i costituenti delle opere a faccia a vista, che dovranno avere lo stesso aspetto esteriore, dovranno ricevere lo stesso trattamento di stagionatura. In particolare, si dovrà curare che l'essiccamento della massa del calcestruzzo sia lento e uniforme.

Si dovranno evitare condizioni per le quali si possano formare efflorescenze sul calcestruzzo. Qualora queste apparissero, sarà onere dell'appaltatore eliminarle tempestivamente mediante spazzolatura, senza impiego di acidi.

Le superfici finite e curate - come indicato ai punti precedenti - dovranno essere adeguatamente protette, se le condizioni ambientali e di lavoro saranno tali da poter essere causa di danno in qualsiasi modo alle superfici stesse.

Si dovrà evitare che vengano prodotte sulla superficie finita scalfitture, macchie o altri elementi che ne pregiudichino la durabilità o l'estetica.

Si dovranno evitare inoltre macchie di ruggine dovute alla presenza temporanea dei ferri di ripresa. In tali casi, occorrerà prendere i dovuti provvedimenti, evitando che l'acqua piovana scorra sui ferri e successivamente sulle superfici finite del getto.

Qualsiasi danno o difetto della superficie finita del calcestruzzo dovrà essere eliminato a cura dell'appaltatore, con i provvedimenti preventivamente autorizzati dal direttore dei lavori.

Tutti gli elementi, metallici e non, utilizzati per la legatura e il sostegno dei casseri dovranno essere rimossi dopo la scasseratura.

## **6.12 Ferro d'armatura**

### **6.12.1 Caratteristiche dei materiali**

Il ferro tondo di armatura sarà fornito dall'Impresa e verrà posto in opera in base ai disegni di dettaglio e approvati dall'Ufficio di Direzione Lavori.

Si useranno barre ad aderenza migliorata del tipo B450C secondo NTC.

### **6.12.2 Modalità esecutive**

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

L'Ufficio di Direzione Lavori potrà apportare modifiche alle armature di progetto. In questa eventualità l'Impresa non potrà richiedere alcun compenso speciale oltre a quanto spettantegli in base all'applicazione del prezzo di contratto per le quantità di ferri impiegati. Le armature dovranno essere fissate nelle casseforme nella loro posizione finale (per mezzo di piastrine distanziatrici in cemento o dispositivi analoghi) e legate con filo di ferro strettamente una all'altra in modo da formare una gabbia rigida. Le barre dovranno essere pulite dalla ruggine e dai residui di tinta o di oli che ne possano pregiudicare la aderenza.

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

In ogni caso, in corrispondenza di superfici di calcestruzzo a contatto con i liquami, il ricoprimento dei ferri non dovrà essere inferiore ai 3 cm dal perimetro esterno delle barre di armatura.

#### **6.12.3 Prove di accettazione e controllo**

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

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

In ogni caso l'Ufficio di Direzione Lavori richiederà prove sui ferri (D.M. 09.01.1996); resta stabilito che il ferro che non raggiunga le caratteristiche richieste non verrà impiegato nelle opere e dovrà essere allontanato dal cantiere. Tutti gli oneri derivanti all'Impresa, per certificati e prove di cui sopra, sono a suo carico.

#### **6.13 Brigliette in legname e pietrame**

La briglia viva in legname e pietrame di consolidamento di corsi d'acqua a carattere torrentizio di modeste dimensioni trasversali, a struttura piena, realizzata mediante:

- incastellatura di legname a parete doppia (struttura a cassone o reticolare) in tondame scortecciato di castagno o larice, unito da chiodature passanti. La soglia sarà realizzata da tronchi di diametro pari a 15-20 cm, opportunamente incastrate nelle spalle, ancorate ai pali di sostegno mediante tacche di ancoraggio e chiodi di ferro o nastri d'acciaio zincati. Se necessario, la fondazione dovrà essere consolidata da pali. Il rivestimento della vasca tra il corpo briglia e la controbriglia verrà realizzato con pietrame reperito in loco;
- riempimento della briglia con materiale drenante di ciottoli o ghiaia e terreno drenante costipabile, o pareggiato con dei sassi;
- eventuale posizionamento a tergo di geotessile per evitare sifonamenti;
- completamento della soglia durante il riempimento con deposizione fra i correnti di astoni lunghi 1,50-2,00 m, con capacità di propagazione vegetativa, e/o con talee di salice (1-5 pezzi/m), e/o con piante di latifoglie radicate. Per briglie di piccole dimensioni, si può alternare alle travi di legno viminate o fascinate vive, ben fissate al terreno di fondazione e ai pali di sostegno mediante picchetti di legno e legature metalliche.

#### **6.14 Palificate in legname con arbusti a due pareti**

##### **Generalità**

La palificata in legname viene utilizzata, da sola od in combinazione con altre tecnologie, come opera di sostegno drenante per pendii franosi.

La palificata è costituita da una struttura a gabbia formata da correnti e traversi di legno idoneo e durabile di latifoglie o conifere, fissati tra loro per mezzo di staffe e caviglie; l'interno della gabbia è riempito con materiale ghiaio-terroso e, in corrispondenza dei piani definiti dai correnti, sono posizionati astoni o piantine vive di specie ad alta capacità vegetativa.

L'altezza e le dimensioni longitudinali e trasversali dell'opera saranno quelle indicate negli elaborati di progetto.

### **Modalità esecutive**

La palificata in legname con arbusti a due pareti consiste in:

- scavo nella scarpata per l'attestamento del piede della palificata realizzato a raggiungere il materiale in posto e con una contropendenza del 10%
- ancoraggio del piede posteriore della palificata con palo in legno durevole o picchetto in acciaio conficcato in profondità fino a raggiungere la porzione del pendio stabile
- fornitura e messa in opera del tondame scortecciato in legno durabile e senza difetti tecnologici di diametro compreso tra 20 cm e 30 cm (il legno dovrà essere, in ordine di preferenza, di castagno, di larice o di robinia) e del materiale necessario (chioderia, chiambre, filo di ferro zincato, picchetti in acciaio ad aderenza migliorata)
- fissaggio della prima serie di pali, costituente il piede posteriore della palificata, al palo, o picchetto, utilizzato per l'ancoraggio del manufatto
- il manufatto andrà realizzato con un andamento che si mantenga lungo la curva di livello e con una contropendenza almeno del 10%; i pali andranno posizionati su file alterne, poste parallelamente e perpendicolarmente al pendio, la fila alla base dovrà essere ortogonale alla massima pendenza per aumentare la resistenza allo scivolamento, i pali andranno legati tra loro con chiodi o chiambre, scelti di dimensioni adeguate, in corrispondenza dei punti di incrocio tra i pali di una fila e quelli della fila successiva; gli ancoraggi andranno posti ad una certa distanza dalle estremità dei tronchi per evitare spacchi del legno; le giunture tra i pali di una stessa fila andranno realizzate mediante incastro e solo ed esclusivamente in corrispondenza del punto di appoggio sulla fila inferiore per evitare punti di debolezza della struttura.
- fornitura e posa in opera delle talee e delle giovani piante arbustive posizionandole negli interstizi tra i pali durante la fase costruttiva della struttura portante: le talee e le piantine andranno collocate in posizione suborizzontale man mano che la struttura verrà riempita di terra adagiandole sul terreno, e non conficcandole a riempimento ultimato, per migliorarne le possibilità di attecchimento; le talee dovranno essere affondate nella struttura in modo tale che fuoriescano per non più di 5 cm onde evitarne il disseccamento
- riempimento del manufatto e degli interstizi con la terra di scavo, mantenendo la continuità con il versante retrostante la palizzata ed evitando vuoti all'interno della struttura per permettere alle radici delle piante di penetrarvi fino a raggiungere il versante

retrostante, senza incontrare ghiaia od altri ostacoli; lo strato di terra più esterno dovrà essere idoneo all'attecchimento delle talee e, quindi, in mancanza di

#### **Caratteristiche dei materiali**

Sia per i correnti che per i traversi verranno utilizzati pali scortecciati di latifolia (castagno) o di conifera (larice) del diametro non inferiore a 20 cm.

La lunghezza minima dei correnti sarà non inferiore alla distanza tra due montanti della struttura di irrigidimento più 60 cm; i traversi avranno le dimensioni prescritte negli elaborati di progetto.

Saranno utilizzate specie arbustive od arboree autoctone o prelevate da vivaio secondo quanto prescritto negli elaborati progettuali; l'Ufficio di Direzione Lavori potrà disporre l'utilizzo alternativo di altre specie vegetali comprese nell'elenco riportato nel capitolo relativo alle opere in verde, purché rinvenibili localmente (cioè in un raggio di 15 km).

Il taglio degli astoni dovrà avvenire esclusivamente nel periodo del riposo vegetativo autunnale, oppure nel periodo primaverile prima della sfioritura. Gli astoni preparati nel periodo autunnale potranno essere conservati fino alla fine dell'inverno purché immagazzinati in luogo fresco; qualora, per necessità di cantiere, il deposito dovesse continuare anche durante il periodo vegetativo, gli astoni dovranno essere conservati in locali frigoriferi od immersi in acqua fredda (<15°C) e corrente. Le talee preparate durante la primavera dovranno essere utilizzate nell'arco di tempo massimo di una settimana dal taglio e, in ogni caso, protette accuratamente contro l'essiccamento durante le fasi di deposito e di trasporto sul cantiere tramite l'utilizzo di teloni e/o l'irrorazione con acqua.

Nel caso di specie arbustive o di alberi giovani con diametro del tronco inferiore a 8÷10 cm, le talee andranno tagliate a livello del suolo. Il taglio delle verghe dovrà essere liscio e della minor superficie possibile; andrà escluso il taglio con l'accetta.

#### **Prove di accettazione e controllo**

L'Ufficio di Direzione Lavori si riserva la facoltà di scartare astoni e/o talee in fase, anche iniziale e parziale, di disseccamento.

La verifica dell'attecchimento degli astoni e/o delle talee andrà eseguita soltanto dopo il primo periodo vegetativo seguente al momento della realizzazione dell'opera; qualora l'attecchimento non risultasse soddisfacente, andrà eseguito un nuovo controllo prima del successivo periodo di riposo vegetativo; quando, dopo questo secondo controllo, l'attecchimento interessasse meno del 50% della superficie coperta dal rivestimento, l'Impresa dovrà procedere ad una sua reintegrazione anche mediante il semplice impianto di talee.

Il legname dovrà essere preventivamente accatastato in cantiere al fine di consentire all'Ufficio di Direzione Lavori di verificarne le caratteristiche prima della posa in opera.



#### 6.15 Palificate semplici (Palizzate)

Si dovrà utilizzare tondame scortecciato di latifolia (castagno) o conifera (larice) con diametro minimo di 20 cm (8-10 cm per i piloti verticali in legno e per soluzioni con impiego di pali orizzontali sovrapposti).

La successione operativa di realizzazione sarà la seguente:

- realizzazione di banchina tramite scavo manuale o meccanico;
- infissione dei piloti di ancoraggio, di norma tra 30 e 80 cm, eventualmente avvalendosi di mezzo meccanico;
- disposizione dei pali orizzontali (correnti) a monte dei piloti di ancoraggio;
- fissaggio dei pali agli ancoraggi tramite chiodatura, bullonatura o legatura;
- disposizione di talee e/o piantine radicate di specie arbustive (minimo 20 talee al metro).

Gli strati di materiale vegetale dovranno essere posati su terreno fine e ricaricati accuratamente utilizzando la terra proveniente dagli scavi. Dopo l'operazione di riporto si provvederà alla spuntatura delle talee in modo che le stesse non sporgano per più di un quinto della loro lunghezza e comunque non oltre i 5 cm.

#### 6.16 Ispezione, pulizia e disgaggio

Le superfici da trattare per il rivestimento con le reti di qualsiasi genere dovranno essere preventivamente ispezionate e in seguito liberate da vegetazione arbustiva e arborea, radici, ceppaie, pietre o eventuali masse pericolanti; gli eventuali vuoti andranno saturati, in modo da ottenere una superficie uniforme affinché la rete possa adattarsi perfettamente al terreno. Le operazioni di pulizia e disgaggio dovranno avvenire garantendo la massima sicurezza delle maestranze adottando le usuali tecniche alpinistiche per i lavori in parete, per cui dovranno essere eseguite da provetti rocciatori. Il disgaggio comporterà l'abbattimento dei volumi di roccia in precarie condizioni di stabilità con l'ausilio di leve e, dove necessario, di attrezzature idrauliche ad alta pressione quali martinetti e allargatori. L'impresa dovrà, inoltre, garantire la massima sicurezza della sottostante viabilità, adottando le tecniche di disgaggio più idonee o installando temporaneamente mantovane di protezione. In ogni caso dovrà garantire la posa di un'adeguata segnaletica per impedire l'accesso a persone e mezzi alle zone interessate dai volumi abbattuti nonché la pulizia della sede stradale.

#### 6.17 Rivestimenti con biotessile

Al fine di impedire l'azione erosiva dell'acqua e del vento, le compattazioni non volute, mantenere la permeabilità del terreno superficiale, facilitare la germinazione di piante anche su pendii ripidi e formare l'armatura del manto erboso, l'Impresa dovrà provvedere alla fornitura e posa in opera di georete in fibra naturale di cocco, agave o juta. La superficie sulla quale dovrà stendersi la

georete dovrà presentarsi priva di macerie e grossi sassi, piuttosto liscia, senza aspre depressioni e uniformemente seminata e, se necessario, anche fertilizzata.

La georete andrà posata secondo le seguenti modalità esecutive:

- srotolatura in situ della georete parallelamente o trasversalmente alla linea di pendenza in funzione dell'operatività consentita dal luogo. Per i tipi ad ordito multiplo è preferibile effettuare la srotolatura parallelamente alla linea di massima pendenza;
- durante la posa si possono prevedere delle pieghe opportunamente sotterrate che consentono alla georete di allungarsi in caso di scorrimento del terreno sottostante;
- la georete deve essere distesa liberamente ed uniformemente, evitando tensioni e sforzi, ciò al fine di aderire ed adattarsi il più possibile al terreno sottostante;
- i lembi perimetrali dei teli devono essere sovrapposti gli uni sugli altri di almeno 10 cm. I giunti longitudinali (lungo la linea di pendenza) andranno picchettati ogni metro, quelli trasversali, con sovrapposizione della tela superiore su quella inferiore, andranno picchettati ogni 20÷30 cm.

Il fissaggio superiore (della testa) dovrà eseguirsi serrando con reinterro in solchi di circa 15÷20 cm di profondità i lembi superiori, previo fissaggio degli stessi con picchettatura. I picchetti vengono infissi a distanza regolare ogni 20÷30 cm. Si procede in maniera analoga per il fissaggio inferiore (del piede). I bordi della georete dovranno anch'essi essere picchettati ed interrati come nei casi precedenti in solchi di 15÷20 cm. Per contrastare l'azione di risucchio (depressione) causata dal vento è necessaria oltre alla picchettatura in testa, al piede e ai bordi, una picchettatura addizionale in mezzo ad ogni striscia. La distanza media tra i picchetti dovrà essere di circa un metro.

Prima del suo utilizzo il materiale dovrà essere riconosciuto ed approvato dalla Direzione Lavori ed essere conforme a quanto indicato nel progetto.

#### **6.18 Rivestimenti in rete metallica a doppia torsione e biostuoie**

##### **Caratteristiche dei materiali**

Si tratta del rivestimento di superfici in rocce sciolte o compatte più o meno degradate superficialmente sino a detrito, mediante stesura di biotessili di grammatura minima 300 g/m<sup>2</sup>, eventualmente preseminati e preconciati abbinati con rete metallica a doppia torsione e maglia esagonale tipo 8x10 (conforme alle UNI EN 10223-3) in filo di diametro minimo 2,7 mm (conforme alle UNI EN 10218) protetto con lega Zn-Al 5%-MM (conforme alle UNI EN 10244-2 Classe A tab. 2, minimo 255 gr/m<sup>2</sup>) ed eventuale rivestimento plastico (conforme alle EN 10245-2 e/o 3) di spessore nominale 0,4 mm. Il biotessile potrà essere collegato alla rete metallica in fase di produzione della rete metallica stessa.

##### **Modalità esecutive**

Le superfici da trattare per il rivestimento dovranno essere liberate da radici, pietre, ecc. ed eventuali vuoti andranno riempiti in modo da ottenere una superficie uniforme affinché la biostuoia e la rete metallica possano adagiarsi perfettamente al suolo. In un primo tempo si stenderà sulla pendice la biostuoia che verrà picchettata a monte, mentre i teli verranno stesi verticalmente uno vicino all'altro con una sovrapposizione di circa 5-10 cm onde evitare l'erosione fra le fasce. La picchettatura in scarpata sarà in ragione di 1-2 picchetti/m<sup>2</sup>; gli stessi saranno metallici a forma di cambretta o a T, formati con tondino d'acciaio del Ø di 6 mm e della lunghezza di 20 cm.

Successivamente verrà fissata al terreno la rete metallica: essa verrà picchettata a monte e lungo le fasce con picchetti d'acciaio a T, della lunghezza di 50 - 100 cm e dello spessore di 12 - 14 mm (in funzione della consistenza del terreno di posa); la picchettatura sulla rete metallica sarà in ragione di 1 -2 picchetti/m<sup>2</sup> a seconda della regolarità della superficie del terreno, inclusa eventuale perforazione e boiaccatura con miscela acqua e cemento, compreso il fissaggio in testa e al piede a mezzo fune d'acciaio; il tutto nelle quantità tali da garantire la stabilità e l'aderenza della rete alla scarpata. Nel caso di rocce particolarmente friabili verranno operate delle legature in fune d'acciaio anche tra i chiodi lungo la superficie a miglioramento dell'aderenza delle rete al substrato. Tale rivestimento verrà abbinato con un'idrosemina a mulch a forte spessore realizzata con le modalità descritte agli specifici articoli, prima della posa del rivestimento.

#### **6.19 Opere a verde su rilevati e banchine di cui agli ambiti 8, 12 e 13**

##### **Generalità**

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

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

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

##### **Garanzia d'attecchimento**

La garanzia decorre dal momento della presa in consegna e la sua durata è fissata nei documenti dell'appalto. L'Impresa si impegna a fornire una garanzia di attecchimento del 95% per tutte le piante.

L'attecchimento si intende avvenuto quando, al termine di 90 giorni a decorrere dall'inizio della prima vegetazione successiva alla messa a dimora, le piante si presentino sane e in buono stato vegetativo.

**Preparazione del terreno****Caratteristiche dei materiali**

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

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

**Modalità esecutive**

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

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

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

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

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

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

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

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

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

- concimi fosfatici: titolo medio 18% - 0,8 N/m<sup>2</sup> (8 q per ettaro);
- concimi azotati: titolo medio 16% - 0,4 N/m<sup>2</sup> (4 q per ettaro);
- concimi potassici: titolo medio 40% - 0,3 N/m<sup>2</sup> (3 q per ettaro).

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Lo spandimento dei concimi dovrà essere effettuato esclusivamente a mano, con l'impiego di mano d'opera pratica e capace, in maniera da assicurare la maggiore uniformità nella distribuzione.

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

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

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

#### **6.20 Semine su rilevati e banchine di cui all'ambito 8, 12 e 13**

##### **Caratteristiche dei materiali**

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

L'Impresa dovrà fornire sementi selezionate e rispondenti esattamente a genere, specie e varietà richieste, sempre nelle confezioni originali sigillate e munite di certificato di identità ed autenticità con l'indicazione del grado di purezza e di germinabilità e della data di confezionamento e di scadenza stabiliti dalle leggi vigenti sulla certificazione E.N.S.E. (Ente Nazionale Sementi Elette) Qualora il valore reale del seme fosse di grado inferiore a quello riportato dalle tavole della Marchettano, l'Impresa sarà tenuta ad aumentare proporzionalmente la quantità di seme da impiegare per unità di superficie.

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

##### **Modalità esecutive**

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

L'Impresa è tenuta ad effettuare la semina l'inizio dell'autunno e l'inizio della primavera, in funzione dell'andamento meteorologico stagionale.

La semina dovrà venire effettuata a spaglio a più passate per gruppi di semi di volume e peso quasi uguali, mescolati fra loro, e ciascun miscuglio dovrà risultare il più possibile omogeneo.

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

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

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

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

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

La raccolta ed il trasporto dell'erba e del fieno dovranno essere eseguiti con la massima cura, evitando la dispersione e pertanto ogni automezzo dovrà avere il carico ben sistemato e dovrà essere munito di reti di protezione del carico stesso. E' compreso nelle cure colturali anche l'eventuale annacquamento di soccorso delle piantine in fase di attecchimento, e pertanto nessun compenso speciale, anche per provvista e trasporto di acqua, potrà per tale operazione essere richiesto dall'Impresa, oltre quanto previsto nei prezzi di Elenco.

### **Prove di accettazione e controllo**

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

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

## **6.21 Messa a dimora di materiale vegetale**

### **Qualità del materiale vegetale (piante in zolla)**

Le piante dovranno essere esenti da attacchi di insetti, malattie crittogamiche, virus, altri patogeni, deformazioni e alterazioni di qualsiasi natura che possano compromettere il regolare sviluppo vegetativo e il portamento tipico della specie. In particolare il fusto e le branche principali dovranno essere esenti da deformazioni, capitozzature, ferite di qualsiasi origine e tipo, grosse



cicatrici o segni conseguenti ad urti, grandine, scortecciamenti, legature, ustioni da sole, cause meccaniche in genere. L'apparato radicale dovrà presentarsi ben accestito, ricco di piccole ramificazioni e di radici capillari fresche e sane e privo di tagli di diametro maggiore di un centimetro. La terra della zolla dovrà essere compatta, ben aderente alle radici, senza crepe evidenti con struttura e tessitura tali da non determinare condizioni di asfissia. Le zolle dovranno essere ben imballate con un apposito involucro degradabile (juta, paglia, teli, reti di ferro non zincato ecc.). Le piante dovranno aver subito le necessarie lavorazioni in vivaio e in particolar modo le potature di allevamento e le zollature. La dimensione della zolla deve essere proporzionata alla dimensione della piante secondo la seguente relazione: il diametro della zolla deve essere uguale a 2,5-3 volte la circonferenza del tronco a 1 m.

### **Qualità del materiale vegetale (talee)**

Il materiale vivaistico potrà provenire da qualsiasi vivaio, purché l'Impresa dichiari la provenienza e questa venga accettata dall'Ufficio di Direzione Lavori, previa visita ai vivai di provenienza. Le talee dovranno essere immuni da qualsiasi malattia parassitaria. Le talee dovranno risultare allo stato verde e di taglio fresco, tale da garantire il ripollonamento, con diametro minimo di 3 cm. Il taglio delle talee dovrà avvenire esclusivamente nel periodo del riposo vegetativo autunnale, oppure nel periodo primaverile prima della sfioritura. Le talee preparate nel periodo autunnale potranno essere conservate fino alla fine dell'inverno purché immagazzinate in luogo fresco; qualora, per necessità di cantiere, il deposito dovesse continuare anche durante il periodo vegetativo, le talee dovranno essere conservate in locali frigoriferi od immerse in acqua fredda (<15°C) e corrente.

Le talee preparate durante la primavera dovranno essere utilizzate nell'arco di tempo massimo di una settimana dal taglio e, in ogni caso, protette accuratamente contro l'essiccamento durante le fasi di deposito e di trasporto sul cantiere tramite l'utilizzo di teloni e/o l'irrorazione con acqua.

### **Garanzia di attecchimento**

L'Impresa si impegna a fornire una garanzia di attecchimento del 95% per tutte le piante e arbusti forniti e posti a dimora. L'attecchimento si intende avvenuto quando, al termine della prima stagione estiva successiva alla messa a dimora, le piante si presentino sane e in buono stato vegetativo. Fino a tale data la manutenzione degli esemplari come pure dei tutoraggi sarà a completo carico della ditta appaltatrice.

Qualora il numero di irrigazioni previste nella voce di Elenco Prezzi Unitari non risulti sufficiente a mantenere in buone condizioni vegetative gli esemplari, l'impresa dovrà darne comunicazione scritta all'U.T.C. che provvederà ad impartire le necessarie direttive.

L'avvenuto attecchimento deve essere verbalizzato in contraddittorio fra Responsabile Tecnico e Impresa entro 10 giorni dalla scadenza del periodo sopra definito.

L'Impresa è tenuta ad una sola sostituzione delle piante non attecchite.

**Estrazione dal vivaio e controllo delle piante**

L'estrazione delle piante dal vivaio dovrà essere effettuata con tutte le precauzioni necessarie per non danneggiare le radici principali e secondo le tecniche appropriate per conservare l'apparato radicale capillare ed evitare di spaccare, scortecciare o ferire la pianta.

L'estrazione non dovrà essere eseguita con vento che possa disseccare le piante o in tempo di gelata.

**Riconoscimento delle piante**

Per ciascuna fornitura di alberi, sia adulti che giovani, un'etichetta apposta su ciascun esemplare dovrà fornire, attraverso un'iscrizione chiara ed indelebile, tutte le indicazioni atte al riconoscimento delle piante (genere, specie, varietà e numero, nel caso la pianta faccia parte di un lotto di piante identiche). La verifica della conformità delle specie e della varietà della pianta si effettuerà al più tardi nel corso del primo periodo di vegetazione che segue la messa a dimora.

**Precauzioni da prendere fra l'estrazione e la messa a dimora**

Nell'intervallo compreso fra l'estrazione e la messa a dimora, dovranno essere prese tutte le precauzioni necessarie per la conservazione delle piante e per evitare traumi o disseccamenti nonché danni per il gelo.

**Epoca di messa a dimora**

La messa a dimora non dovrà essere eseguita in periodo di gelate né in periodi in cui la terra è imbibita d'acqua in conseguenza di pioggia o del disgelo.

Salvo diverse prescrizioni da parte della D.L., la messa a dimora degli alberi si effettua tra metà ottobre e metà aprile. La messa a dimora delle piante a radice nuda sarà effettuata in ogni caso in un periodo più ristretto, da metà novembre a metà marzo, mentre per le piante messe a dimora con zolla o per le conifere il periodo potrà essere esteso dall'inizio di ottobre a fine aprile o anche all'inizio di maggio. Per le piante messe a dimora a stagione avanzata, dovranno comunque essere previste cure particolari per assicurarne l'attecchimento.

**Posizionamento degli elementi vegetali**

La disposizione spaziale relativa delle piante messe a dimora sarà indicata in una specifica tavola tecnica in scala idonea o direttamente dalla D.L. al fine di garantire le migliori condizioni di sviluppo delle piante stesse. Si avrà generalmente cura di rispettare le esigenze di luce delle piante anche in rapporto agli stadi di sviluppo. La disposizione spaziale terrà anche conto delle modalità di flusso delle acque meteoriche attraverso i primi strati del suolo o attraverso linee di scorrimento superficiale. Si terrà inoltre conto delle modalità di disposizione che le specie ed i singoli individui vegetali presenteranno in aree naturali vicine della stessa categoria ecologica (bosco, macchia arbustiva, mosaici misti) di quella prevista dal progetto.

**Apertura di buche e fosse e messa a dimora delle piante**

I lavori per l'apertura di buche e fosse per la futura messa a dimora delle piante saranno effettuati dopo i movimenti di terra a carattere generale e prima dell'eventuale apporto di terra agraria.

Per i soggetti isolati si prevedono buche individuali, per le piante raggruppate si possono prevedere buche e/o fosse.

Salvo diverse prescrizioni da parte della D.L., le dimensioni minime delle buche dovranno essere le seguenti:

- alberi: 1m x 1m x 0,7m;
- giovani piante: 0,5m x 0,5m x 0,5m
- arbusti e giovani piantine radicate: fessura sufficientemente ampia da consentire il posizionamento della zolla radicale senza deformarla.

I materiali impropri che comparissero nel corso delle lavorazioni verranno eliminati in discarica. Sul fondo della buca dovrà essere disposto uno strato di terra vegetale, con esclusione di ciottoli o materiali impropri per la vegetazione, sulla quale sarà sistemato l'esemplare. L'apporto di terra sul fondo della buca deve essere eseguito in modo tale che il colletto della pianta si trovi al livello del fondo della conca di irrigazione da creare appositamente. E' necessario mantenere al giusto livello la profondità d'impianto evitando di ricoprire il colletto (con conseguenti problemi di stress e predisposizione a attacchi patogeni) o di interrare poco la pianta (esponendo così parte dell'apparato radicale all'aria). Per l'impianto di esemplari arborei, all'interno della buca, deve essere collocato un tubo forato per l'irrigazione. In ogni buca occorrerà mescolare alla terra immessa letame maturo (minimo 20 kg/pianta) o concimi misti-organici o chimici alternativi. L'apparato radicale non dovrà essere né compresso, né spostato; la buca di piantumazione sarà poi colmata di terra. La compattazione della terra dovrà essere eseguita con cura, in modo da non danneggiare le radici, non squilibrare la pianta che dovrà restare verticale e non lasciare sacche d'aria. Il migliore compattamento sarà ottenuto attraverso un'abbondante irrigazione, che favorirà inoltre la ripresa vegetale.

**Conche di irrigazione**

La terra al piede della pianta dovrà essere sistemata in modo da formare intorno al colletto una piccola conca; l'impresa eseguirà una prima irrigazione che farà parte dell'operazione di piantumazione e non andrà quindi computata nelle operazioni di manutenzione.

Salvo diverse prescrizioni della D.L., le quantità approssimative d'acqua per l'irrigazione saranno:

- 40/50 litri per alberi
- 15/20 litri per arbusti.

**Irrigazione**

L'Impresa è tenuta ad irrigare tutte le piante messe a dimora per il periodo di garanzia previsto.

Le irrigazioni dovranno essere ripetute e tempestive e variare in quantità e frequenza in relazione alla natura del terreno, alle caratteristiche specifiche delle piante, al clima e all'andamento stagionale; il programma di irrigazione (a breve e a lungo termine) e i metodi da usare dovranno essere determinati dall'Impresa ed approvati dalla DL o dalla Committenza.

Nel caso sia previsto un impianto di irrigazione automatico a goccia, l'Impresa dovrà periodicamente controllare che questo funzioni regolarmente. L'impianto di irrigazione non esonera però l'Impresa delle sue responsabilità in merito all'irrigazione, la quale pertanto dovrà essere attrezzata per effettuare, in caso di necessità, adeguati interventi manuali.

### **Tutoraggio neoimpianti**

Le piante dovranno essere opportunamente fissate a tre pali tutori di legno durevole che saranno conficcati nella buca di piantumazione e resi solidali tra loro e alla pianta collocata in posizione verticale. Il tutore dovrà affondare di almeno 30 cm oltre il fondo della buca.

### **Legature**

Al fine di non provocare strozzature al tronco, le legature tra pali tutori e pianta dovranno essere realizzate per mezzo di collari speciali o di adatto materiale elastico (es. cinture di gomme, nastri di plastica, ecc.); per evitare danni alla corteccia, potrà essere necessario interporre, fra tutore e tronco, un cuscinetto antifrizione di adatto materiale. La legatura più alta sarà posta a circa 20 cm al di sotto delle prime ramificazioni, la più bassa ad 1 m dal suolo.

### **Concimazione di impianto**

Per la messa a dimora di alberi, in ogni buca occorrerà mescolare alla terra immessa nella buca letame (20 kg/pianta) o concimi misti-organici o chimici (es. 300 g/pianta di concime complesso ternario 8-24-24).

## **6.22 Idrosemine**

### **6.22.1 Generalità**

Si tratta del rivestimento di superfici estese più o meno acclivi mediante spargimento meccanico per via idraulica a mezzo di idrosemnatrice a pressione atta a garantire l'irrorazione a distanza e con diametro degli ugelli e tipo di pompa tale da non lesionare i semi e consentire lo spargimento omogeneo dei materiali.

### **6.22.2 Idrosemina a passaggio unico**

L'idrosemina su terreni in pendenza, nelle situazioni ove necessario, consiste in:

- fornitura e spargimento di miscuglio di graminacee e leguminose ed eventualmente altre dicotiledoni e specie arbustive scelte in relazione alle caratteristiche ambientali della stazione (vegetazione, clima, suolo, fattori topografici);

- fornitura e somministrazione di collanti o sostanze colloidali naturali che impediscano all'acqua assorbita di disperdersi e che assicurino l'aderenza dei prodotti al terreno;
- fornitura e somministrazione di idonea quantità di fertilizzanti a lenta cessione;

Dovranno essere utilizzati collanti di origine naturale, il dosaggio dovrà essere di 20 g/mq (se liquidi o derivanti da farine vegetali) o di 150 g/mq (se derivanti da alghe brune), avranno anche funzione di ammendante.

I fertilizzanti a lenta cessione di origine minerale dovranno essere distribuiti con dosaggio di 150 g/mq.

Il lavoro dovrà essere eseguito secondo le indicazioni della D.L. e a regola d'arte.

La composizione della miscela e la quantità di sementi per metro quadro sono stabilite in funzione del contesto ambientale ovvero delle caratteristiche geolitologiche, pedologiche, microclimatiche, floristiche e vegetazionali (in genere si prevedono 30 - 60 g/m<sup>2</sup>). La provenienza e germinabilità delle sementi dovranno essere certificate e la loro miscelazione con le altre componenti dell'idrosemina dovrà avvenire in loco, onde evitare fenomeni di stratificazione gravitativa dei semi all'interno della cisterna.

L'esecuzione dovrà prevedere:

- regolarizzazione della superficie da trattare anche mediante interventi manuali;
- spargimento della miscela in un unico strato.

La composizione della miscela e la quantità di sementi per metro quadro sono stabilite in funzione del contesto ambientale ovvero delle caratteristiche geolitologiche, pedologiche, microclimatiche, floristiche e vegetazionali (in genere si prevedono 30 - 60 g/m<sup>2</sup>). La provenienza e germinabilità delle sementi dovranno essere certificate e la loro miscelazione con le altre componenti dell'idrosemina dovrà avvenire in loco, onde evitare fenomeni di stratificazione gravitativa dei semi all'interno della cisterna.

### **6.22.3 Idrosemina a spessore a passaggio unico**

L'idrosemina con mulch, eseguita in un unico passaggio, contiene:

- fibre vegetali (mulch) in quantità non inferiore a 200 g/m<sup>2</sup>. Il mulch è composto da materiali selezionati in grado di costituire una coltre protettiva strutturandosi opportunamente con l'ausilio del collante. Le fibre debbono essere di lunghezza adatta: in genere almeno il 25% in peso del totale deve avere lunghezza non inferiore a 10 mm. Il mulch non dovrà dare luogo a rilascio di sostanze che ostacolano la germinazione e lo sviluppo della vegetazione. Un materiale tipicamente usato è il legno sfibrato termicamente.
- concime organico e/o inorganico in quantità tali evitare l'effetto "pompaggio" iniziale - e successivo deficit delle piante;
- collante in quantità idonea al fissaggio dei semi e alla creazione di una pellicola antierosiva sulla superficie del terreno, senza inibire la crescita e favorendo il trattenimento dell'acqua nel terreno nelle fasi iniziali di sviluppo; la quantità varia a

seconda del tipo di collante, per collanti di buona qualità sono sufficienti piccole quantità pari a circa 10 g/m<sup>2</sup> ;

- acqua in quantità idonea alle diluizioni richieste;
- humus/torba in quantità non inferiore a 300 g/m<sup>2</sup>;
- miscela di sementi idonea alle condizioni locali;

GRAMINACEE	% in peso
<i>Agrostis stolonifera</i>	5,00%
<i>Dactylis glomerata</i>	4,50%
<i>Deschampsia caespitosa</i>	12,00%
<i>Festuca arundinacea</i>	16,00%
<i>Festuca ovina</i>	7,50%
<i>Festuca rubra rubra tr.</i>	15,75%
<i>Poa pratense</i>	5,00%
<i>Lolium perenne</i>	5,00%
LEGUMINOSE	
<i>Anthyllis vulneraria</i>	7,00%
<i>Lotus corniculatus</i>	3,50%
<i>Trifolium repens</i>	3,50%
<i>Trifolium pratense</i>	0,50%
<i>Trifolium subterraneum</i>	0,50%
ALTRE FAMIGLIE	
<i>Achillea millefolium</i>	1,00%
<i>Betula alba</i>	4,00%
<i>Lobularia maritima</i>	0,25%
<i>Sanguisorba minor</i>	9,00%

L'esecuzione dovrà prevedere:

- ripulitura della superficie da trattare mediante allontanamento di sassi e radici;
- spargimento della miscela in un unico strato.

La composizione della miscela e la quantità di sementi per metro quadro sono stabilite in funzione del contesto ambientale ovvero delle condizioni edafiche, microclimatiche e dello stadio vegetazionale di riferimento, delle caratteristiche geolitologiche e geomorfologiche, pedologiche, microclimatiche floristiche e vegetazionali (in genere si prevedono 30 - 60 g/m<sup>2</sup>). La provenienza e germinabilità delle sementi dovranno essere certificate e la loro miscelazione con le altre componenti dell'idrosemina dovrà avvenire in loco, onde evitare fenomeni di stratificazione gravitativa dei semi all'interno della cisterna.

#### **6.22.4 Idrosemina con georeti in cocco , agave e juta**

L'inerbimento su georeti andrà effettuato tecnicamente come l'inerbimento con idrosemina semplice ma effettuando due passate, una precedente e l'altra successiva alla posa della georete. In alternativa se richiesto dagli elaborati progettuali si procederà con passaggio unico ma a spessore.

Le georeti dovranno avere struttura a maglia rettangolare-quadrata di larghezza minima di 4-5 mm, costituita da fibre di juta con peso non inferiore a 500 gr/mq e resistenza meccanica non inferiore a 5 kN/m.

L'inerbimento dovrà essere eseguito utilizzando il miscuglio indicato ai punti precedenti.

Dovranno essere fissate al terreno con picchetti in legno di castagno e graffe in acciaio ad aderenza migliorata, ogni rete dovrà sovrapporsi per almeno 15 cm alla rete adiacente, le estremità delle georeti dovranno essere coperte con terra vegetale.

#### **6.23 Impianto di bagnatura dell'area di cantiere**

A impedire il sollevamento di polveri durante la realizzazione dei lavori il substrato d'intervento verrà costantemente mantenuto umido tramite bagnatura. L'impianto descritto potrà essere poi utilizzato per la bagnatura degli impianti previsti e successivamente come presidio antincendi boschivi

A tal fine si prevede di implementare:

- Serbatoio con capacità di 15 mc composto da pannelli prefabbricati in vetroresina rinforzata con fibre di vetro di dimensioni 1.22 x 1.22 m ciascuno, ricoperti nella parte interna a contatto con l'acqua da uno strato di resina poliestere isoftalica. Pannelli imbullonati con bulloni in acciaio inox AISI 316, con interposizione di guarnizioni in gomma sintetica butilica e schiuma P.V.C. A cellule chiuse. Provvisto di tiranti interni di rinforzo in acciaio inox AISI 316 bloccati all'esterno con flange in acciaio galvanizzato. Completo di fori e tronchetti flangiati per il collegamento dei tubi di troppopieno, scarico di fondo, doppia entrata, doppia uscita
- La realizzazione di una linea di alimentazione con sviluppo di 300 m costituita da tubazioni in PEAD PN10 diam 75 mm
- Stacco di quattro condotte di rete con sviluppo ciascuna di 300 mm in PEAD PN 10 diam 50 mm munite di saracinesche in ghisa sferoidale 400 alle estremità per il sezionamento e lo scarico di fondo e complete di un riduttore di pressione
- 5 idranti per linea completi di cassetta in lamiera verniciata rosso epossidico, con tetto inclinato e feritoia aria laterale, sportello in lamiera verniciata, manichetta in nylon-poliestere gommato con pressione di scoppio 70 bar, omologata, raccordi in ottone, legature con filo plastificato e coprilegatura in gomma, rubinetto idrante in ottone completo di tutto il necessario, secondo norme "UNI 70" Con manichetta da 25 m a tre effetti nebulizzazione

## 6.24 Operazioni di manutenzione delle opere a verde

L'Impresa dovrà provvedere alla manutenzione gratuita delle opere, compreso il ripristino, fino a collaudo avvenuto.

Gli interventi di manutenzione non saranno risarciti a meno che non si tratti di danni causati da eventi di natura eccezionale e riconosciuti come tali dalle autorità competenti.

Durante il periodo in cui la manutenzione è a carico dell'impresa, essa dovrà essere eseguita nel modo più tempestivo, provvedendo immediatamente agli interventi di volta in volta necessari, senza che occorranza per questo speciali inviti da parte della D.L. Se l'Impresa tardasse più di tre giorni ad eseguire le operazioni richieste con un invito particolare (raccomandata con ricevuta di ritorno), la D.L. avrà facoltà di far provvedere diversamente all'esecuzione delle opere necessarie a spese dell'Impresa. Per ragioni particolari ed eccezionali, potrà essere concesso all'Impresa di procedere con provvedimenti di carattere provvisorio, questo sempre allo scopo di permettere l'intervento immediato; ma per ogni riparazione di questo genere si dovrà sempre dare avviso alla D.L., provvedendo immediatamente, appena sia possibile, alla sistemazione nei modi previsti. Le riparazioni dovranno essere sempre eseguite a perfetta regola d'arte in modo da assicurare rapidamente i servizi eventualmente interrotti e da ripristinare le opere nei precisi termini contrattuali. All'atto del collaudo i lavori ed i manufatti dovranno essere in stato di perfetta conservazione.

La manutenzione delle componenti strutturali prevede la conservazione in perfetta efficienza e conservazione delle singole parti delle strutture.

La manutenzione delle "opere a verde" consisterà nelle seguenti operazioni:

### Sostituzione fallanze

Le piante che non avessero attecchito saranno sostituite, a cura dell'Appaltatore, con altre identiche per genere, specie, cultivar e dimensioni, nella prima stagione favorevole per l'impianto dopo l'accertamento del mancato attecchimento.

Analogamente l'Impresa dovrà riseminare ogni superficie di tappeto erboso che presenti crescita irregolare o difettosa, nella prima stagione favorevole per l'impianto dopo l'accertamento del mancato attecchimento.

A tal fine la D.L., in contraddittorio con l'Appaltatore, dovrà provvedere alla redazione di verbali in attecchimento con l'indicazione delle piante da sostituire e delle superfici a prato da restaurare.

Nel periodo di manutenzione l'Appaltatore è tenuto inoltre ad effettuare:

- \* concimazioni;
- \* potature;
- \* controllo e sistemazione danni da erosione;
- \* trattamenti anticrittogamici ed insetticidi;
- \* manutenzione delle conche al piede delle piante, dei sostegni e ancoraggi;
- \* ripristino verticalità delle piante.



**Controllo delle erbe infestanti**

Il terreno intorno alle piante sarà controllato dalle infestanti per una superficie media di 2 mq per gli alberi e di 1 mq per gli arbusti o tappezzanti e l'erba tagliata andrà rimossa al massimo entro 5 giorni.

**Annaffiamiento**

Dovrà essere effettuato in tutto il periodo di garanzia in relazione alla natura del terreno, al clima ed all'andamento della stagione secca.

E' a carico dell'Appaltatore il reperimento, il trasporto dell'acqua e quanto necessario per la sua somministrazione e distribuzione.

**6.25 Murature**Norme generali

I tipi e gli spessori delle murature sono quelli indicati in progetto.

I laterizi, il pietrame ed i blocchetti in calcestruzzo dovranno essere bagnati all'atto dell'impiego fino a sufficiente saturazione.

Dovranno essere messi in opera in corsi regolari con commessure ben riempite di malta. Prima di dare inizio alla esecuzione delle murature dovrà essere richiesto il benestare della Direzione Lavori sulla idoneità del piano d'appoggio.

Murature nelle quali dovesse riscontrarsi l'impiego di materiali scadenti o difetti d'esecuzione saranno rifiutate, restando a carico dell'Impresa l'onere per la demolizione e il successivo rifacimento.

Dovrà essere curato in ogni particolare l'esecuzione di spigoli, sguinci, spalle, mazzette, strombature, incassature, immorsature, canne, piattabande, pilastri, pilastrini, lesene, ecc..

Dovranno essere lasciati i necessari fori, tracce, incavi, canalizzazioni per il passaggio e l'installazione d'impianti d'ogni tipo e degli scarichi, per la posa in opera dei controtelai di norma in legno d'abete e degli infissi, per gli ancoraggi di strutture, per i rivestimenti e per quant'altro sia posto in opera dopo l'esecuzione delle murature.

Quanto sopra allo scopo di evitare lo scalpellamento o la demolizione anche parziale della muratura, il cui onere in ogni caso deve ritenersi a totale carico dell'Impresa.

L'Impresa dovrà adottare i provvedimenti ritenuti più opportuni per proteggere le murature dal gelo nel periodo invernale.

Le dosature dei materiali componenti le malte dovranno essere eseguite con mezzi capaci d'esatta misurazione che l'Impresa dovrà fornire e mantenere efficienti a sua cura e spese.

L'impasto dei materiali dovrà essere ottenuto con idonei mescolatori meccanici.

Gli impasti dovranno essere preparati solamente nelle quantità necessarie per l'impiego immediato. I residui impasti che non avessero, per qualsiasi ragione, immediato impiego, dovranno essere portati a rifiuto.

#### Murature di pietrame a secco

La muratura di pietrame a secco dovrà essere eseguita con pietre ridotte col martello alla forma il più possibile regolare, restando assolutamente escluse quelle di forma rotonda. Le pietre saranno collocate in opera in modo che si colleghino perfettamente fra loro, scegliendo per i paramenti quelle di maggiori dimensioni, non inferiori a 20 cm di lato e le più adatte per il migliore combaciamento. Si eviterà sempre la ricorrenza delle commessure verticali.

Nell'interno della muratura si farà uso delle scaglie soltanto per appianare i corsi e riempire gli interstizi fra pietra e pietra.

Per i cantonali si useranno le pietre di maggiori dimensioni e meglio rispondenti allo scopo. La rientranza delle pietre del paramento non dovrà mai essere inferiore all'altezza del corso.

Inoltre si disporranno frequentemente pietre di lunghezza tale da penetrare nello spessore della muratura.

A richiesta della Direzione Lavori l'Impresa dovrà lasciare opportune feritoie regolari e regolarmente disposte, anche in più ordini, per lo scolo delle acque.

#### Murature di pietrame e malta

La muratura di pietrame con malta cementizia dovrà essere eseguita con elementi di pietrame delle maggiori dimensioni possibili e, ad ogni modo, non inferiori a 25 cm in senso orizzontale, 20 cm in senso verticale e 30 cm di profondità.

Per i muri di spessore 40 cm si potranno avere alternanze di pietre minori.

Le pietre, prima del collocamento in opera dovranno essere diligentemente pulite e ove occorra, a giudizio della Direzione Lavori, lavate.

Nella costruzione della muratura le pietre dovranno essere battute col martello e rinzeppate diligentemente con scaglie e con abbondante malta così che ogni pietra resti avvolta dalla malta stessa e non rimanga alcun vano od interstizio.

La malta avrà classe di resistenza a 28 d  $\geq$  25/30 MPa e sarà dosata con minimo 350 kg di cemento normale (32,5 o 32,5R di tipo III o di tipo IV) per metro cubo di sabbia ed avrà rapporto acqua cemento  $\leq$  a 0,5 che l'Impresa dovrà garantire anche attraverso l'uso di additivi superfluidificanti non aeranti.

In presenza di climi freddi ovvero con temperature inferiori ai 278 K, l'Impresa farà costantemente uso di additivi antigelo ed acceleranti di presa esenti da cloruri del tipo approvato dalla Direzione Lavori, conformi a quanto previsto dalle norme UNI 7105 e 7109, dosati secondo i risultati delle prove e comunque non inferiori al 2% sul peso del legante.

La frequenza dei prelievi di malta sarà pari ad una serie di provini cubici di 10 cm di lato, per ogni giorno di produzione.

Nel paramento ad opera incerta, il pietrame dovrà essere scelto diligentemente e la sua faccia vista dovrà essere ridotta col martello a superficie approssimativamente piana.

Le facce di posa e combaciamento delle pietre dovranno essere spianate e adattate col martello, in modo che il contatto dei pezzi avvenga in tutti i giunti per una rientranza non minore di 8 cm.

Nel paramento a mosaico greggio, le facce viste dei singoli pezzi dovranno essere ridotte, col martello a punta grossa, a superficie piana poligonale; i singoli pezzi dovranno combaciare fra loro regolarmente, restando vietato l'uso delle scaglie.

La muratura a corsi regolari dovrà progredire a strati orizzontali da 20 a 30 cm di altezza con pietre disposte in modo da evitare la corrispondenza delle commessure verticali fra due corsi immediatamente sovrastanti. In tutte le specie di paramento, la sigillatura dei giunti dovrà essere fatta raschiando preventivamente le connessure fino a conveniente profondità per purgarle della malta e delle materie estranee, lavandole a grande acqua e riempiendo poi le commessure stesse con nuova malta, curando che questa penetri bene comprimendola e lisciandola con apposito ferro, in modo che il contorno dei corsi sui fronti del paramento, a lavoro finito, si disegni nettamente e senza sbavature.

Nelle facce viste saranno impiegate pietre lavorate secondo il tipo di paramento prescritto e nelle facce contro terra saranno impiegate pietre sufficientemente piane e rabboccate con malta in modo da evitare cavità. Nelle murature contro terra saranno lasciate apposite feritoie secondo le prescrizioni della Direzione Lavori.

#### Muratura in pietra da taglio

Prima di cominciare i lavori l'Impresa dovrà preparare a sua cura e spesa, i campioni dei vari generi di lavorazione della pietra da taglio e sottoporli, per l'approvazione, alla Direzione Lavori. Qualunque sia il genere di lavorazione delle facce viste, i letti di posa e le facce di combaciamento dovranno essere ridotti a perfetto piano e lavorati a grana fine.

Non saranno tollerate né smussature a spigoli, né cavità nelle facce, né masticature o rattoppi.

La pietra da taglio che presentasse tali difetti sarà rifiutata e l'Impresa sarà in obbligo di farne l'immediata sostituzione, sia che le scheggiature od ammanchi si verifichino al momento della posa in opera, sia dopo e sino al collaudo. Le forme e dimensioni di ciascun concio in pietra da taglio dovranno essere perfettamente conformi ai disegni dei particolari di progetto ed alle istruzioni che, all'atto della esecuzione, fossero eventualmente date dalla Direzione Lavori.

Inoltre, ogni concio dovrà essere lavorato in modo da potersi collocare in opera secondo gli originali letti di cava. Per la posa si potrà fare uso di zeppe da togliere immediatamente quando la malta rifluisca nel contorno della pietra battuta a mazzuolo sino a prendere la posizione voluta. La malta di allettamento avrà classe di resistenza a 28 d  $\geq 28/35$  MPa e sarà dosata con minimo 400 kg di cemento normale (32,5 o 32,5R di tipo III o di tipo IV) per metro cubo di sabbia ed avrà rapporto acqua cemento  $\leq$  a 0,5 che l'Impresa dovrà garantire anche attraverso l'uso di additivi superfluidificanti non aeranti.

In presenza di climi freddi ovvero con temperature inferiori ai 278 K, l'Impresa farà costantemente uso di additivi antigelo ed acceleranti di presa esenti da cloruri del tipo approvato dalla Direzione Lavori, conformi a quanto previsto dalle norme UNI 7105 e 7109, dosati secondo i risultati delle prove e comunque non inferiori al 2% sul peso del legante.

La frequenza dei prelievi di malta sarà pari ad una serie di provini cubici di 10 cm di lato, per ogni giorno di produzione. Occorrendo, i diversi conci dovranno essere collegati con grappe ed arpioni di bronzo saldamente suggellati entro apposite incassature praticate nei conci medesimi.

Le commessure delle facce viste dovranno essere profilate con cemento a lenta presa, diligentemente compresso e lisciato mediante apposito ferro.

#### Muratura in pietrame e conglomerato cementizio

La muratura di conglomerato cementizio con paramento esterno in pietrame sarà realizzata con conglomerato cementizio di tipo II, avente classe di resistenza  $\geq 28/35$  MPa per quanto concerne il paramento interno, mentre il paramento esterno realizzato in pietrame dello spessore medio di 20 cm, ben ammorsato nel conglomerato cementizio retrostante, sarà eseguito con caratteristiche riportate negli artt. in relazione alle disposizioni progettuali.

#### **6.26 Sovrastruttura stradale**

In linea generale, salvo diversa disposizione della Direzione dei Lavori, la sagoma stradale per tratti in rettilineo sarà costituita da due falde inclinate in senso opposto aventi pendenza trasversale del 2,5%, raccordate in asse da un arco di cerchio avente tangente di 0,50 m.

Alle banchine sarà invece assegnata la pendenza trasversale del 3%. Le curve saranno convenientemente rialzate sul lato esterno con pendenza che la Direzione dei Lavori stabilirà in relazione al raggio della curva e con gli opportuni tronchi di transizione per il raccordo della sagoma in curva con quella dei rettilineo o altre curve precedenti e seguenti. Il tipo e lo spessore dei vari strati, costituenti la sovrastruttura, saranno quelli stabiliti, tratto a tratto, dalla Direzione dei Lavori, in base ai risultati delle indagini geotecniche e di Laboratorio.

L'Impresa indicherà alla Direzione dei Lavori i materiali, le terre e la loro provenienza, e le granulometrie che intende impiegare strato per strato, in conformità degli articoli che seguono.

La Direzione dei Lavori potrà ordinare a suo insindacabile giudizio prove su detti materiali, o su altri di Laboratori ufficiali. L'approvazione della Direzione dei Lavori circa i materiali, le attrezzature, i metodi di lavorazione, non solleva l'Impresa dalla responsabilità circa la buona riuscita del lavoro. L'Impresa avrà cura di garantire la costanza, nella massa e nel tempo, delle caratteristiche delle miscele, degli impasti e della sovrastruttura resa in opera.

Salvo che non sia diversamente disposto dagli articoli che seguono, la superficie finita della pavimentazione non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto di oltre 1 cm, controllata a mezzo di un regolo lungo 4,50 m, disposto secondo due direzioni ortogonali; e ammessa una tolleranza in più o in meno del 3%, rispetto agli spessori di progetto, purché questa differenza si presenti solo saltuariamente.

### Fondazione in misto granulare

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

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

Lo spessore da assegnare alla fondazione sarà fissato dalla Direzione dei Lavori in relazione alla portanza del sottofondo; la stesa avverrà in strati successivi, ciascuno dei quali non dovrà mai avere uno spessore finito superiore a 20 cm e non inferiore a 10 cm.

### Caratteristiche del materiale da impiegare

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

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

Serie crivelli e setacci UN	Miscela passante	% Totale in peso
Crivello 71		100
Crivello 40		75-100
Crivello 25		60-87
Crivello 10		35-67
Crivello 5		25-55
Setaccio 2		15-40
Setaccio 0,4		7-22
Setaccio 0,075		2-10

- 3) rapporto tra il passante al setaccio 0,075 ed il passante al setaccio 0,4 inferiore a 2/3;
- 4) perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature inferiori al 30%;
- 5) equivalente in sabbia (I) misurato sulla frazione passante al setaccio 4 ASTM, compreso tra 25 e 65. Tale controllo dovrà anche essere eseguito per materiale prelevato dopo costipamento. Il limite superiore dell'equivalente in sabbia (65) potrà essere variato dalla Direzione Lavori in funzione delle provenienze e delle caratteristiche del materiale. Per tutti i materiali aventi equivalente in sabbia compreso tra 25 e 35, la Direzione Lavori richiederà in ogni caso (anche se la miscela contiene più del 60% in peso di elementi frantumati) la verifica dell'indice di portanza CBR di cui al successivo comma 6;

- 6) indice di portanza CBR (2), dopo quattro giorni di imbibizione in acqua (eseguito sul materiale passante al crivello 25) non minore di 50. E' inoltre richiesto che tale condizione sia verificata per un intervallo di +2% rispetto all'umidità ottima di costipamento. Se le miscele contengono oltre il 60% in peso di elementi frantumati a spigoli vivi, l'accettazione avverrà sulla base delle sole caratteristiche indicate ai precedenti commi 1), 2), 4), 5), salvo nel caso citato al comma 5) in cui la miscela abbia equivalente in sabbia compresa tra 25 e 35.

### **Modalità esecutive**

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

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

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

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

Il materiale pronto per il costipamento dovrà presentare in ogni punto la prescritta granulometria. Per il costipamento e la rifinitura verranno impiegati rulli vibranti o vibranti gommati, tutti semoventi. L'idoneità dei rulli e le modalità di costipamento verranno, per ogni cantiere, determinate dalla Direzione Lavori.

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

Il valore del modulo di deformazione  $M_d$  non deve essere inferiore ad 80 N/mm<sup>2</sup>.

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

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

Sullo strato di fondazione compattato in conformità delle prescrizioni avanti indicate, è buona norma procedere subito all'esecuzione delle pavimentazioni, senza far trascorrere, cioè, tra le due fasi di lavoro un intervallo di tempo troppo lungo che potrebbe recare pregiudizio ai valori di portanza conseguiti dallo strato di fondazione a costipamento ultimato. Ciò allo scopo di eliminare i fenomeni di allentamento e di asportazione del materiale fine legante e di disgregazione, interessanti almeno la parte superficiale degli strati di fondazione che non siano adeguatamente protetti dal traffico di cantiere, ovvero dagli agenti atmosferici; nel caso in cui non sia possibile procedere immediatamente dopo la stesa dello strato di fondazione alla realizzazione delle

pavimentazioni, sarà opportuno procedere alla stesa di una mano di emulsione saturata con graniglia a protezione della superficie superiore dello strato di fondazione oppure eseguire analoghi trattamenti protettivi.

## **6.27 Montaggio tubazioni in pead**

### **6.27.1 Tipologia unioni**

Qualora non sia specificato diversamente l'Appaltatore dovrà attenersi alle seguenti disposizioni in merito al tipo di giunzione da adottare in base al diametro delle tubazioni.

#### DN fino a 110:

- tubo in barre: SALDATURA DI TESTA (possibile solo dal DN 63 in poi) o GIUNZIONE CON MANICOTTO ELETTROSALDABILE;
- tubo in rotoli: SALDATURA DI TESTA (possibile solo dal DN 63 in poi) o GIUNZIONE CON MANICOTTO ELETTROSALDABILE GIUNTO A COMPRESSIONE (in casi particolari da valutare con la Direzione dei Lavori)

#### DN superiore al 110:

- tubo in barre SALDATURA DI TESTA o GIUNZIONE CON MANICOTTO ELETTROSALDABILE.

### **6.27.2 Apparecchiature di saldatura**

La saldatura deve essere realizzata impiegando una saldatrice che risponda ai requisiti disposti dalla norma UNI dotata di certificati di collaudo e di manutenzione programmata del produttore e comunque completa di:

- a) centralina a comando oleodinamico per l'accoppiamento meccanico dei lembi da saldare, con manometro di classe idonea per il controllo della pressione applicata;
- b) basamento costituito da due supporti, uno fisso e uno mobile, scorrevole su due guide, dotati ciascuno di due ganasce per il bloccaggio dei pezzi da saldare;
- c) termoelemento a piastra rivestito con materiale antiaderente, con resine elettriche incorporate e regolato da termostato tarato;
- d) fresatrice in grado di assicurare la corretta preparazione dei lembi;
- e) sistema di controllo automatico delle operazioni di saldatura attraverso:
  - Il governo oleodinamico degli elementi di spinta e della piastra di saldatura;
  - Il governo dei valori di pressioni impostati per le varie fasi;
  - Il governo dei tempi impostati per le varie fasi;
  - Il governo delle temperature impostate.
- f) registrazione e restituzione su supporto magnetico o cartaceo dei parametri utilizzati per ogni singola saldatura e la numerazione progressiva delle stesse.

Le attrezzature impiegate devono garantire:

- un corretto allineamento dei pezzi da saldare;
- un adeguato pianparallelismo delle superfici da saldare;

- la regolazione e il controllo dei parametri di saldatura (pressione, temperatura, tempo);
- la conformità alle disposizioni legislative vigenti.

La saldatrice e le altre apparecchiature necessarie devono garantire che il processo di saldatura sia comodo in modo soddisfacente e conforme alle modalità descritte nei punti successivi.

### **6.27.3 Saldatura di testa**

#### **Condizioni ambientali**

L'esecuzione della saldatura deve avvenire in un luogo possibilmente asciutto: nei casi di pioggia, elevato grado di umidità, vento, eccessivo irraggiamento solare, la zona di saldatura deve essere adeguatamente protetta; è consigliabile comunque eseguire la saldatura in un campo di temperatura ambiente compresa tra  $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$  e  $+40\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Non è ammesso utilizzare cannelli a gas caldo o bruciatori a diretto contatto con le superfici da saldare, per innalzare la loro temperatura.

#### **Controlli preliminari alle operazioni di saldatura**

Controllo materiali:

- Tubi e raccordi devono essere prelevati da stoccaggi conformi alle regole tecniche;
- Prima di iniziare le operazioni di saldatura si deve effettuare l'esame visivo e dimensionale dei materiali da saldare.

In particolare si deve verificare che la superficie interna ed esterna dei tubi e/o dei raccordi, in prossimità delle estremità da saldare, siano esenti da intagli e graffiature rilevanti e che siano rispettate le tolleranze relative allo spessore, al diametro esterno e all'ovalizzazione massima consentita dalle norme di prodotto applicabili.

Qualora l'ovalizzazione risulti eccessiva, si può fare uso di attrezzi arrotondatori, non è ammesso il riscaldamento delle estremità.

Verificare che l'estremità del tubo, opposta alla zona di saldatura, sia sigillata con tappo di protezione. Controllo delle apparecchiature di saldatura:

– Verifica preliminare delle apparecchiature di saldatura.

Prima di avviare le operazioni di saldatura si deve valutare l'efficienza delle apparecchiature che devono essere effettuate impiegate, in particolare devono essere effettuate le seguenti verifiche:

- verifica dell'efficienza della strumentazione di misura in dotazione alla saldatrice (manometro, termometro, temporizzatori);
- verifica della temperatura del termoelemento: in ogni punto di entrambe le superfici la temperatura, deve essere compresa in una tolleranza di  $10\text{ }^{\circ}\text{C}$  rispetto al valore impostato sul termostato;
- verifica dello stato di efficienza dei supposti a ganasce della saldatrice affinché possa essere garantito il corretto allineamento dei pezzi da saldare e il pianparallelismo delle superfici a contatto;
- verifica dello stato di efficienza della fresatrice.

Verifica periodica delle apparecchiature di saldatura:



– all'inizio di ogni giornata di lavoro è necessario verificare le condizioni di funzionamento delle apparecchiature a disposizione (termoelemento, saldatrice e fresatrice).

In particolare si deve verificare, che le temperature di entrambe le superfici del termoelemento, nella zona interessata dalla saldatura, siano comprese in una tolleranza di 10°C rispetto al valore impostato sul termostato.

Inoltre, immediatamente prima dell'inizio delle operazioni di saldatura, si raccomanda di realizzare un giunto saldato di prova, utilizzando uno spessore di tubo di lunghezza sufficiente ad assicurare un buon bloccaggio delle ganasce, che verrà di seguito asportato e utilizzato per verificare l'efficienza del sistema di apparecchiature utilizzate;

– prima di ogni operazione di saldatura si deve verificare che le superfici del termoelemento siano esenti da tracce di unto, polvere e da residui di polietilene: ove presenti, si deve provvedere alla loro rimozione;

– l'apparecchiatura di saldatura non dovrà essere stata revisionata anteriormente a 12 mesi dal giorno di utilizzo.

#### **6.27.4 Preparazione**

La preparazione della saldatura e la fase successiva alle operazioni di controllo degli elementi da saldare comprende tre fasi distinte che sono:

- pulizia delle superfici;
- serraggio degli elementi da saldare nelle ganasce della saldatrice;
- fresatura e spianatura delle testate.

##### ***Pulizia delle superfici***

Prima di serrare entro le ganasce della saldatrice gli elementi da saldare, si dovrà provvedere alla pulizia delle testate interessate alla saldatura da ogni traccia di polvere, fango, grasso o altro, mediante un panno naturale (cotone) pulito e possibilmente bianco, esente da sfilacciamenti, ed imbevuto di liquido detergente.

I liquidi detergenti da usarsi dovranno essere del tipo decapante, come cloruro di metilene, alcool isopropilico, tricloro-etano, colerene, acetone, cioè del tipo secco ed altamente volatilizzanti. Non dovranno essere usati prodotti come benzina, trielina, acquaragia, diluenti sintetici, ecc. in quanto questi prodotti, (generalmente grassi) lascerebbero sulla zona di saldatura uno strato di "unto" che impedirebbe la funzione molecolare delle due parti da saldare.

##### ***Serraggio nelle ganasce delle testate***

Il serraggio delle testate da saldare entro le ganasce delle saldatrici deve avvenire in modo tale che le due testate a contatto risultino assialmente parallele. Inoltre l'uso di selle diminuirà notevolmente la perdita di carico nell'avvicinamento delle teste, dovuta all'attrito che il tubo provocherebbe se trainato su superfici continue. Il disassamento massimo consentito fra le due teste del tubo in ogni punto della loro circonferenza dovrà risultare inferiore a:

- 0,1 x spessore del tubo espresso in mm., con un massimo di 2 mm

**Fresatura delle testate da saldare**

Per garantire una perfetta complanarità delle zone da saldare e per togliere lo strato di ossidazione venutosi a creare sulle superfici di contatto è necessario provvedere a spianare, mediante l'uso della fresa a corredo della saldatrice, le due testate da saldare. Si rammenta che la fresatrice dovrà essere avviata solo dopo essere stata collocata sugli appositi supporti della saldatrice. Alcune fresatrici sono munite di dispositivo antinfortunistico che impedisce il suo avviamento prima del posizionamento. Terminata l'operazione di fresatura portando a contatto le due testate fresate la luce fra le due teste non dovrà essere maggiore di (divergenza massima ammessa tra le due testate fresate):

- 0,3 mm. Per  $DE \geq 200$  mm;
- 0,5 mm. Per  $DE > 200$  mm. e  $\leq$  di 400 mm;
- 1,9 mm. Per  $DE > 400$  mm.

Terminata la fresatura, i trucioli dovranno essere rimossi dal piano di lavoro impiegando spazzole o appositi attrezzi, evitando nel modo più assoluto di toglierli con le mani o sporcati con altro. Ciò impedirebbe la fusione molecolare interponendo una barriera tra le due zone interessate alla saldatura.

**6.27.5 Esecuzione della saldatura di testa**

La corretta esecuzione della saldatura effettuata mediante elementi termici per contatto dipende, oltre che dai controlli già visti in precedenza, dall'osservanza dei seguenti parametri di saldatura:

- parametri di temperatura;
- parametri di spinta o pressione;
- parametri di tempo.

L'insieme di questi parametri dà luogo al ciclo di saldatura che determina la effettiva operazione di saldatura. Il ciclo di saldatura a sua volta è formato dalle seguenti fasi:

- preriscaldamento delle testate;
- riscaldamento delle testate;
- allontanamento del termoelemento;
- raggiungimento della pressione di saldatura;
- saldatura;
- raffreddamento.

**Preriscaldamento**

Durante tutte le fasi della saldatura ci si dovrà attenere a tutti i parametri stabiliti in tabella dal Costruttore della macchina e di cui, in relazione al diametro e allo spessore degli elementi da saldare, si avrà avuto cura di prendere buona nota. Ciò sarà evidenziato dal formarsi del cordolo "a" regolare su tutta la circonferenza.

**Riscaldamento**

Dopo essersi formato il cordolo inizia la fase di riscaldamento e la pressione di saldatura dovrà essere ridotta.

***Rimozione del termoelemento***

Trascorso il tempo di riscaldamento avrà inizio la fase relativa alla rimozione del termoelemento tra le due testate degli elementi riscaldati, queste dovranno essere allontanate rapidamente dal termoelemento e le due testate dovranno essere riavvicinate.

***Raggiungimento della pressione di saldatura***

Nella fase di salita in pressione si dovrà curare di innalzare la stessa fino alla pressione di saldatura in modo graduale e senza sbalzi nel periodo di tempo.

***Unione***

Al raggiungimento della pressione di saldatura questa dovrà essere mantenuta costante per tutto il tempo previsto e comunque fino a che la temperatura sui lembi saldati non sia scesa sotto i 70 °C. Qualora trascorso il tempo la temperatura delle testate saldate non fosse scesa a 70 °C., sarà possibile spegnere il motore della centralina senza però rimuovere la giunzione dalle ganasce della saldatrice, fino al completo raffreddamento. Si dovrà evitare nel modo più assoluto qualsiasi raffreddamento brusco della saldatura, ad esempio con aria fredda o acqua.

**6.27.6 Giunzione con manicotto elettrosaldabile*****Condizioni preliminari alle operazioni di saldatura***

Prima di posizionare gli elementi da giuntare, si deve effettuare la pulizia delle loro superfici interne ed esterne per rimuovere tracce di polvere, unto ed eventuale sporcizia.

L'operazione deve essere effettuata con panno pulito esente da filacce, imbevuto con adeguato liquido detergente (per esempio, cloruro di metilene, alcole isopropilico, tricloroetano cloroetene).

***Operazioni di saldatura***

Il processo di saldatura con manicotto deve essere eseguito realizzando le seguenti fasi:

- togliere il manicotto dall'imballo e posizionarlo sul tubo finché l'estremità del manicotto combaci con l'estremità del tubo;
  - fissare il collare di posizionamento al tubo facendo appoggiare il supporto all'estremità destra del manicotto;
  - fissare l'altro anello del collare all'estremità dell'altro tubo o ad un raccordo che sia stato sgrassato completamente. Controllare che le due estremità dei tubi (o del tubo e del raccordo) siano accostati ed allineati. Muovere il tubo all'esterno del collare di posizionamento per ottenere il miglior allineamento possibile tra le estremità da saldare. Registrare il collare di posizionamento finché il manicotto scorra liberamente avanti e indietro. Ciò indica che i due pezzi da collegare sono correttamente allineati.
- Fare scorrere il manicotto totalmente contro l'anello opposto del collare. Le estremità dei tubi sono ora nel mezzo del manicotto;
- fare ruotare il manicotto finché i terminali della resistenza sono accessibili. Fissare i cavi della saldatrice in modo che il peso dei cavi non gravi sui morsetti. Collegare i morsetti ai terminali della resistenza e da assicurarsi che il collegamento sia corretto;

– parte del materiale fuso deve essere fuoriuscito da almeno una scanalatura per ciascun lato del manicotto. Staccare i cavi.

I tempi minimi di raffreddamento con il collare di posizionamento installato sono:

Ø mm	20	25	32	40	50	63	90	110	125	160	180	200	225
minuti	10	10	10	15	15	20	20	30	30	30	30	30	30

Il tempo di attesa prima di procedere al collaudo in pressione a partire dal momento in cui il giunto si è raffreddato è il seguente:

- collaudo a pressione fino 0,1 bar: 30 minuti;
- collaudo a pressione fino 0,5 bar: 45 minuti;
- collaudo a pressione oltre 0,5 bar: 1 ora.

## 6.28 Opere meccaniche complementari alle condotte di acquedotto – generalità

Rientrano in questo gruppo le installazioni di valvole, organi speciali, scarichi, sfiati, giunti dielettrici, giunti di smontaggio e simili, posizionati in accordo alle indicazioni contenute sugli elaborati di progetto.

### 6.28.1 Installazione di valvole ed altri organi di linea

Tutti gli organi di linea di prevista installazione (valvole di sezionamento, di regolazione e controllo, di ritegno, giunti dielettrici, sfiati automatici o manuali, scarichi e simili), completi di eventuali by-pass, manicotti, raccordi, giunti di smontaggio, prese manometriche ed altri prefabbricati, pur se forniti dalla Stazione Appaltante potranno, **a cura ed a carico dell'Appaltatore**, essere sottoposti in cantiere, prima dell'installazione in linea, alla pressione di collaudo che sarà indicata dalla Direzione lavori.

In caso di perdite o trafilazioni verificatesi nel corso della prova di pressione non potranno essere effettuati interventi di aggiustaggio o riparazione sino a che la pressione medesima non sia stata riportata a zero.

### 6.28.2 Installazione di flange e pezzi speciali

L'installazione di flange od altri pezzi speciali sarà conforme alle indicazioni di progetto ed alle relative norme di saldatura. Si raccomanda all'Appaltatore particolare attenzione, per quanto attiene alle flange, alla buona conservazione delle loro sedi sino all'installazione delle relative guarnizioni. Eventuali inserimenti sulla tubazione di pezzi speciali che non comportino il taglio circonferenziale della tubazione dovranno essere fatti utilizzando attrezzature adatte allo scopo e le relative saldature eseguite da personale particolarmente qualificato.

## 6.29 Opere civili complementari alle linee di acquedotto– Generalità

Rientrano in questo gruppo di opere la costruzione di camerette valvole, la costruzione di locali di servizio, la sistemazione di locali esistenti (serbatoi, camerette e pozzetti) l'esecuzione di rivestimenti in calcestruzzo di tronchi di tubazione, di appesantimenti particolari, la fornitura e

messa in opera della carpenteria metallica (scale, passerelle, ballatoi e simili), le opere minori di difesa e di sistemazione idrogeologica, le opere di ingegneria naturalistica (palificate, gabbionate, muretti di contenimento scarpate, terre armate, scogliere in massi ecc.), l'installazione di cippi segnaletici, l'esecuzione di verniciature e simili.

L'Appaltatore é responsabile dell'esecuzione di queste varie opere in accordo ai disegni di progetto ed alle prescrizioni impartite dalla Direzione lavori.

#### **6.29.1 Camerette valvole**

La costruzione di camerette per le valvole e dei pozzetti per l'alloggiamento di organi di linea avverrà conformemente ai disegni di progetto. L'Appaltatore dovrà mettere in atto tutti gli accorgimenti necessari nel caso si verificassero nella zona di costruzione infiltrazioni di acque o particolari condizioni di instabilità del terreno. Eventuali drenaggi particolari, impermeabilizzazioni e modifiche strutturali dovuti a condizioni contingenti saranno a carico dell'Appaltatore. .

#### **6.30 Pulizia dell'area cantiere**

Mano a mano che procedono i lavori di sistemazione, tutti i materiali di risulta e gli utensili inutilizzati dovranno essere quotidianamente rimossi per mantenere il luogo il più in ordine possibile.

I materiali di risulta allontanati dal cantiere dovranno essere portati alla discarica pubblica o su aree predisposte dall'Impresa a sua cura e spese.

Alla fine dei lavori tutte le aree pavimentate e gli altri manufatti che siano stati imbrattati di terra o altro dovranno essere accuratamente puliti.

#### **6.31 Lavori diversi non specificati nei precedenti articoli**

Per tutti i lavori previsti nell'Elenco Prezzi ma non specificati nei precedenti articoli, si seguiranno le norme che verranno di volta in volta impartite dalla Direzione Lavori.

## **7 NORME GENERALI PER LA VALUTAZIONE E MISURAZIONE DEI LAVORI**

### **7.1 Norme generali**

Negli articoli che seguono ogni riferimento relativo alla valutazione dei lavori: a misura, a corpo, a corpo e misura, deve intendersi subordinato a quanto specificato nel contratto e nelle prime due parti del presente capitolato Speciale d'Appalto, e non potrà modificare in alcun modo le norme in essi contenute.

Tutte le norme relative alla valutazione e misurazione dei lavori dovranno pertanto essere rapportate alla tipologia dell'appalto

#### **7.1.1 Contabilizzazione dei lavori a corpo**

La valutazione del lavoro a corpo è effettuata secondo le specificazioni date nell'enunciazione e nella descrizione del lavoro a corpo, nonché secondo le risultanze degli elaborati grafici e di ogni altro allegato progettuale; il corrispettivo per il lavoro a corpo resta fisso e invariabile senza che possa essere invocata dalle parti contraenti alcuna verifica sulla misura o sul valore attribuito alla quantità di detti lavori. Le cifre i cui corrispettivi sono stabiliti a corpo, sono tutte quelle identificabili o ricavabili dagli elaborati grafici allegati al progetto e dalle specifiche tecniche contenute nel presente Capitolato Speciale d'Appalto, prevedendo una variazione nella misura del 5% in più o in meno delle quantità desumibili qualora siano presenti lievi variazioni dai citati elaborati. Ne discende l'assunzione a carico dell'Appaltatore dell'alea rappresentata dalla maggiore o minore quantità dei fattori produttivi che si renda necessaria rispetto a quella prevista nell'offerta.

È obbligo dell'APPALTATORE il controllo e la verifica preventiva della completezza e della congruità delle voci a corpo e delle quantità indicate dalla Stazione appaltante, e la formulazione dell'offerta sulla sola base delle proprie valutazioni qualitative e quantitative, assumendone i rischi.

Nel corrispettivo per l'esecuzione dei lavori a corpo s'intende sempre compresa ogni spesa occorrente per dare l'opera compiuta sotto le condizioni stabilite dal capitolato speciale d'appalto e secondo i tipi indicati e previsti negli atti progettuali. Pertanto nessun compenso può essere richiesto per lavori, forniture e prestazioni che, ancorché non esplicitamente specificati nella descrizione dei lavori a corpo, siano rilevabili dagli elaborati grafici o viceversa. Lo stesso dicasi per lavori, forniture e prestazioni che siano tecnicamente e intrinsecamente indispensabili alla funzionalità, completezza e corretta realizzazione dell'opera appaltata secondo le regole dell'arte.

La contabilizzazione dei lavori a corpo è effettuata applicando all'importo netto di aggiudicazione le percentuali convenzionali relative alle singole categorie di lavoro indicate nella Tabella B e all'Art. 3 del capitolato speciale "Norme generali" che si intende qui integralmente trascritta, di ciascuna delle quali va contabilizzata la quota parte in proporzione al lavoro eseguito ad insindacabile valutazione della D.L..

Le quantità dei lavori e delle provviste saranno determinate con metodi geometrici, a numero-dimensione-spessore-peso-a corpo, al solo scopo di verificare l'effettiva corrispondenza tra le

prescrizioni del progetto del presente Capitolato Speciale e quanto realizzato in sede di realizzazione dell'opera, in quanto il suddetto appalto si intende affidato a corpo.

I lavori saranno comunque liquidati in base all'importo a corpo previsto dal presente Capitolato Speciale, anche se dalle misure di controllo, rilevate dagli incaricati, dovessero risultare spessori, lunghezze e cubature effettivamente superiori alle indicazioni di progetto.

Nel caso che, dalle misure di controllo risultassero dimensioni sostanzialmente minori di quelle indicate in progetto o prescritte dalla Direzione Lavori, così da far venire meno la validità del progetto e dell'importo contrattuale, sarà compito della Direzione Lavori, in seguito a decisione dell'Amm.ne, ordinare la demolizione delle opere e la loro ricostruzione a cura e spese dell'Impresa. Nel caso le minori dimensioni accertate fossero compatibili, ad insindacabile giudizio della Direzione Lavori, con la funzionalità e la stabilità delle opere, queste potranno essere accettate e pagate con le opportune detrazioni.

L'elenco dei prezzi unitari e il computo metrico hanno validità ai soli fini della determinazione del prezzo a base d'asta in base al quale effettuare l'aggiudicazione, in quanto l'appaltatore è tenuto, in sede di partecipazione alla gara, a verificare le voci e le quantità richieste per l'esecuzione completa dei lavori progettati, ai fini della formulazione della propria offerta e del conseguente corrispettivo.

Gli oneri per la sicurezza di cui alla Tabella A allegata al Capitolato Speciale d'Appalto, sono valutati in modo proporzionale ai lavori eseguiti.

#### **7.1.2 Contabilizzazione dei lavori a misura**

Qualora l'appalto sia dato a misura e qualora in corso d'opera debbano essere introdotte variazioni ai lavori, e per tali variazioni ricorrano le condizioni di cui all'articolo 45, comma 9, del regolamento generale, per cui risulti eccessivamente oneroso individuarne in maniera certa e definita le quantità e pertanto non sia possibile la loro definizione nel lavoro a corpo, esse possono essere preventivate a misura. Le relative lavorazioni sono indicate nel provvedimento di approvazione della perizia con puntuale motivazione di carattere tecnico e con l'indicazione dell'importo sommario del loro valore presunto e della relativa incidenza sul valore complessivo del contratto.

Nei casi di cui al comma 1, qualora le stesse variazioni non siano valutabili mediante i prezzi unitari rilevabili dagli atti progettuali o di gara, si procede mediante la formazione di nuovi prezzi, fermo restando che le stesse variazioni possono essere predefinite, sotto il profilo economico, con atto di sottomissione a corpo.

Non sono comunque riconosciuti nella valutazione delle opere ingrossamenti o aumenti dimensionali di alcun genere non rispondenti ai disegni di progetto se non saranno stati preventivamente autorizzati dal Direttore dei Lavori.

Nel corrispettivo per l'esecuzione degli eventuali lavori a misura s'intende sempre compresa ogni spesa occorrente per dare l'opera compiuta sotto le condizioni stabilite dal capitolato speciale d'appalto e secondo i tipi indicati e previsti negli atti progettuali.

La contabilizzazione delle opere e delle forniture verrà effettuata applicando alle quantità eseguite i prezzi unitari netti desunti dall'elenco dei prezzi unitari.

Gli eventuali oneri per la sicurezza che fossero individuati a misura in relazione alle variazioni di cui al comma 1, sono valutati sulla base dei relativi prezzi di elenco, ovvero formati ai sensi del comma 2, con le relative quantità.

### **7.1.3 Contabilizzazione dei lavori in economia**

La contabilizzazione dei lavori in economia è effettuata secondo i prezzi unitari contrattuali per l'importo delle prestazioni e delle somministrazioni fatte dall'impresa stessa, Per la mano d'opera si farà riferimento alle tariffe vigenti per la Provincia di Savona al momento dell'esecuzione dei lavori incrementati di spese generali ed utili e con applicazione del ribasso d'asta esclusivamente su questi ultimi due addendi.

Gli oneri per la sicurezza, per la parte eseguita in economia, sono contabilizzati con gli stessi criteri.

## **7.2 Decespugliamento e disboscamento**

La misurazione delle superfici decespugliate o disboscate secondo le indicazioni di progetto sarà effettuata secondo la proiezione verticale delle aree effettivamente sistemata e nel prezzo a metro quadrato si intendono compresi e compensati tutti gli oneri previsti per dare l'opera finita compreso il taglio, l'esbosco e il trasporto a discarica o accatastamento secondo quanto previsto dalla relativa voce di Elenco.

## **7.3 Movimenti terra**

Le sezioni di rilievo dovranno essere chiaramente individuate in sito mediante opportuna picchettazione, tale da rendere riconoscibile la sezione anche una volta eseguiti i lavori. La distanza fra due sezioni dovrà essere tale da evidenziare ogni variazione sostanziale. Gli oneri per tutte le operazioni di rilievo e di misurazione sono a carico dell'Impresa.

Nel prezzo di tutti gli scavi si intendono compensati anche:

- \* l'esecuzione dello scavo anche in presenza d'acqua, compreso l'onere per gli eventuali aggettamenti con l'impiego di pompe;
- \* l'innalzamento, carico, trasporto e messa a rinterro o a rilevato del materiale scavato nelle aree individuate dalla Direzione Lavori (rinterro e rilevato da realizzarsi con le modalità previste nel paragrafo "Formazione di rilevati" del Capo II del Capitolato Speciale d'Appalto), oppure il carico sui mezzi di trasporto, trasporto del materiale di qualsiasi entità proveniente dallo scavo, scarico e sistemazione a discarica pubblica od invece entro le aree poste a disposizione dal Committente o scelte dall'Appaltatore;
- \* le indennità di deposito temporaneo o definitivo, ovvero il canone demaniale nel caso il materiale avesse valore commerciale e l'Appaltatore intendesse acquisirlo;



- \* i permessi, i diritti o canoni di discarica se necessari;
- \* l'esecuzione di fossi di guardia e di qualsiasi altra opera per la deviazione delle acque superficiali e l'allontanamento delle stesse dagli scavi;
- \* l'esecuzione delle armature, sbadacchiature e puntellamenti provvisori delle pareti degli scavi compreso manodopera, noleggio e sfrido di legname, chioderia e quant'altro occorra per l'armatura ed il disarmo. Sono escluse invece le armature continue degli scavi tipo armature a cassa chiusa e palancole metalliche o simili ad infissione o marciavanti, da utilizzare a insindacabile giudizio della Direzione Lavori;
- \* l'eventuale mancato recupero, parziale o totale, del materiale impiegato nelle puntellature, nelle sbadacchiature e nelle armature suddette, e ciò anche se gli scavi fossero eseguiti per campioni;
- \* i maggiori oneri derivanti dagli allargamenti e dalle scarpate che si dovranno dare agli scavi stessi in relazione alle condizioni naturali ed alle caratteristiche delle opere;
- \* l'accurata pulizia delle superfici di scavo e la loro regolarizzazione;
- \* la demolizione delle eventuali tombinature o fognature di qualsiasi tipo e dimensioni nonché il loro rifacimento;
- \* l'incidenza degli interventi, ove necessario, per ricerca, assistenza e superamento di cavi, tubazioni e condutture sotterranee (SIP - ENEL - GAS - METANO - ACQUA - etc.).

I rilevamenti e la misurazione degli scavi agli effetti del pagamento saranno eseguiti in contraddittorio con l'Impresa prima dell'inizio dei lavori ed al momento della contabilizzazione.

Nel caso di appalti a misura i movimenti di terra saranno valutati generalmente a m<sup>3</sup>.

### **7.3.1 Scavo di fondazione a sezione obbligata**

Nel caso di appalti a misura lo scavo di fondazione sarà misurato a volume in base alle sezioni obbligate di scavo risultanti dai disegni di progetto, a partire dal piano campagna originario o dal piano ottenuto a seguito di sbancamento, salvo che l'Ufficio di Direzione Lavori non adotti, a suo insindacabile giudizio, altri sistemi.

## **7.4 Demolizioni**

Il prezzo deve intendersi applicabile per qualunque quantitativo di materiale da demolire, anche di dimensioni minime. Nel prezzo sono compresi tutti gli oneri relativi a tale categoria di lavori, sia che venga eseguita in elevazione, fuori terra, in fondazione, entro terra, in breccia e in qualunque forma, comunque senza l'uso di mine.

In particolare sono compresi i ponti di servizio, le impalcature, le armature e sbadacchiature eventualmente occorrenti, nonché l'immediato allontanamento dei materiali di risulta.

L'Impresa è obbligata a recuperare i materiali dichiarati utilizzabili dall'Ufficio di Direzione Lavori, che rimangono proprietà dell'Amministrazione, e a caricare, trasportare a scaricare a rifiuto quelli non utilizzabili. Il prezzo è comprensivo anche del corrispettivo per le discariche.

Negli appalti a misura, le demolizioni sono valutate a m<sup>3</sup> misurate in sito prima dell'esecuzione del lavoro.

#### **7.4.1 Demolizione di strutture in pietrame a secco o in gabbioni**

La demolizione di strutture in pietrame a secco o gabbioni sarà compensata, nei lavori a misura, con valutazione a metro cubo di materiale demolito, misurato in sito prima dell'esecuzione del lavoro.

#### **7.4.2 Demolizione di strutture in mattoni**

La demolizione di strutture in mattoni sarà compensata, negli appalti a misura, con valutazione a metro cubo di materiale demolito, misurato in sito prima dell'esecuzione del lavoro.

#### **7.4.3 Demolizione di strutture in calcestruzzo**

La demolizione di strutture in calcestruzzo sarà compensata, negli appalti a misura, con valutazione a metro cubo di materiale demolito, misurato in sito prima dell'esecuzione del lavoro.

#### **7.4.4 Demolizione di strutture in cemento armato**

La demolizione di strutture in cemento armato sarà compensata, negli appalti a misura, con valutazione a metro cubo di materiale demolito, misurato in sito prima dell'esecuzione del lavoro. Saranno da considerarsi demolizioni di strutture in cemento armato quelle relative a conglomerati cementizi con armatura superiore a 30 kg/m<sup>3</sup>.

#### **7.4.5 Taglio e demolizione di pavimentazione stradale**

Il prezzo compensa il taglio, la demolizione e la rimozione della pavimentazione stradale di qualsiasi tipo e di qualunque spessore, da realizzarsi con adeguati mezzi meccanici, lungo i tracciati preventivamente individuati.

Sono compresi nel prezzo il carico e il trasporto a discarica a qualsiasi distanza del materiale rimosso, nonché i relativi oneri, canoni o diritti.

Negli appalti a misura la valutazione sarà fatta a metro cubo (m<sup>3</sup>).

### **7.5 Riempimenti e reinterri**

Il riempimento con misto granulare a ridosso delle murature per drenaggi, vespai, ecc. rinterri di tubazioni, se non diversamente specificato, sarà valutato a metro cubo per il suo volume effettivo misurato in opera.

### **7.6 Tubazioni e collettori in genere**

Le tubazioni e i collettori di qualunque forma saranno normalmente valutate al metro lineare per il loro effettivo sviluppo. Se non diversamente specificato nelle relative voci di contratto, saranno compresi tutti quei pezzi speciali necessari per giunzioni, curve, derivazioni e montaggio di apparecchiature.

### 7.7 Ripristini di pavimentazioni

Se non diversamente specificato, quelli lungo l'asse delle condotte saranno valutati al metro quadrato per la larghezza fissata in progetto, indipendentemente da quella effettiva che l'Impresa fosse tenuta a ripristinare in funzione della effettiva larghezza degli scavi e del taglio delle pavimentazioni.

### 7.8 Murature in genere e costruzioni in conglomerato cementizio normale e precompresso

Tutte le murature (a meno che, nella corrispettiva voce di Elenco Prezzi, sia diversamente specificato) ed i conglomerati cementizi sia in fondazione che in elevazione, semplici o armati, verranno misurati a volume con metodo geometrico in base a misure sul vivo, escludendo gli intonaci, ove esistano, e deducendo i vuoti ed i materiali eventuali di natura differente compenetrati nelle strutture. Non verranno dedotti il volume dei ferri di armatura e dei cavi per la precompressione ed i vani di volume minore o eguale a m<sup>3</sup> 0,40 ciascuno, intendendosi in tal modo compensato il maggiore magistero richiesto per la formazione di eventuali fori o feritoie regolarmente disposti, da realizzare nel numero e nelle posizioni che verranno prescritti dalla Direzione dei Lavori.

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

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

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

Nei relativi prezzi di Elenco sono compresi in particolare:

la fornitura a piè d'opera di tutti i materiali necessari (inerti, leganti, acqua, ecc.), la mano d'opera, i ponteggi, le armature di sostegno dei casseri per il getto in elevazione di strutture a sviluppo prevalentemente verticale (muri, pilastri, ecc.), attrezzature e macchinari per la confezione, la posa in opera, la vibrazione dei calcestruzzi e quanto altro occorra per dare il lavoro finito e completo a regola d'arte.

Nelle opere in cui venissero richiesti giunti di dilatazione o contrazione o giunti speciali aperti a cuneo, secondo i tipi approvati dalla Direzione dei Lavori, il relativo onere, compreso quello di eventuali casseforme, si intende compreso nel prezzo di Elenco per le murature in genere e conglomerati, a meno che, nella corrispettiva voce di Elenco Prezzi, sia diversamente specificato.

Per l'impiego di eventuali additivi nei conglomerati cementizi e nelle malte per murature espressamente previsto in progetto per particolari esigenze, sarà corrisposto solo il costo di detti materiali.

In ogni altro caso, tale impiego sarà consentito ma a totale carico dell'Impresa, previo benestare della Direzione Lavori. Per particolari esigenze tecniche è data facoltà alla Direzione dei Lavori di ordinare, per iscritto, la sostituzione del cemento tipo 325 con quello tipo 425.

In tale caso sarà corrisposto all'Impresa solo il sovrapprezzo stabilito nell'Elenco Prezzi e non si darà luogo all'applicazione di altro prezzo unitario né nuovo né compreso nell'Elenco Prezzi medesimo, anche se la resistenza caratteristica ottenuta con la sostituzione del tipo di cemento risulterà superiore a quella ordinata.

L'eventuale costruzione delle murature secondo sagome e profili particolari non dà diritto ad alcun compenso. Gli archi, le volte rette ed oblique saranno pure pagati a volume.

## **7.9 Casserature**

Le casseforme sia in metallo che in legno saranno computate ad opera finita in base allo sviluppo delle facce interne a contatto del conglomerato cementizio.

Il relativo prezzo di Elenco è comprensivo delle armature di sostegno, tiranti, passerelle, sfridi di legname, puntelli, regolini per scuretti, smussi, e ogni altro onere necessario per dare la casseratura finita a perfetta regola d'arte e resistente a alla pressione esercitata dal getto di calcestruzzo senza subire deformazioni.

## **7.10 Ferro d'armatura**

Il peso dell'acciaio tondo per l'armatura del calcestruzzo verrà determinato secondo il peso teorico corrispondente ai vari diametri effettivamente prescritti, trascurando le quantità superiori alle prescrizioni, le legature, gli eventuali distanziatori, le sovrapposizioni per le giunte e eventuali saldature.

Il peso del ferro in ogni caso verrà determinato con mezzi analitici ordinari, misurando cioè lo sviluppo lineare effettivo di ogni barra (seguendo le sagomature e le uncinate) e moltiplicando per il peso unitario figurante nelle tabelle del manuale dell'Ingegnere (Colombo).

Il peso dell'acciaio per strutture in cemento armato precompresso con il sistema a cavi scorrevoli, sarà determinato moltiplicando lo sviluppo teorico dei cavi, compreso tra le facce esterne degli apparecchi di bloccaggio, per il numero dei tondini componenti il cavo e per il peso di questi determinato sull'unità di misura.

## **7.11 Pavimentazioni stradali**

### **7.11.1 Costruzione di cassonetto stradale con regolarizzazione e rullatura del fondo**

Il prezzo compensa la realizzazione di cassonetto stradale, comprendente la regolarizzazione e la rullatura con rullo di adatto peso, statico o vibrante, o con piastra vibrante idonea, del piano di

fondo dello scavo di cassonetto, compresi gli oneri per il funzionamento del rullo o della piastra e per ogni altra operazione necessaria per completare l'opera a regola d'arte.

Negli appalti a misura, la valutazione verrà effettuata a metro quadrato per lo spessore riportato nei disegni di progetto.

#### **7.11.2 *Fondazioni stradali in misto granulare***

Il prezzo compensa la formazione di fondazioni stradali e di strade sterrate realizzate secondo le modalità riportate nello specifico paragrafo del Capitolato Speciale d'Appalto - Capo II.

La valutazione, negli appalti a misura, avverrà a metro cubo a compattazione avvenuta.

\*\*\*\*\*

