

# "PARCO EOLICO SENNORI (SS)"

Progetto per la realizzazione di un parco eolico con potenza pari a 42 MW sito nel Comune di Sennori (SS) con opere di connessione alla RTN nel Comune di Tergu (SS)

COMMITTENTE



PROGETTAZIONE

**HE** Hydro Engineering s.s.  
di Damiano e Mariano Galbo  
via Rossotti, 39  
91011 Alcamo (TP) Italy



TITOLO ELABORATO

DISCIPLINARE DESCRITTIVO E  
PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI TECNICI

SCALA

COMMESSA

**SVIL- 1000190562**

CODIFICA DOCUMENTO

SEN-PD-R07\_00

4

3

2

1

0

PRIMA EMISSIONE

Agosto 2024

VB

VF

EG

REV.

DESCRIZIONE

DATA

REDATTO

VERIFICATO

APPROVATO

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

Questo disegno non può essere riprodotto, nè utilizzato altrove, nè ceduto a terzi in tutto o in parte senza il consenso scritto degli autori

## INDICE

<b>1.</b>	<b>PREMESSA.....</b>	<b>8</b>
<b>2.</b>	<b>PRESCRIZIONI GENERALI .....</b>	<b>9</b>
2.1	CONDUZIONE DEI LAVORI .....	9
2.2	AREE DI LAVORO .....	10
2.3	PIANO DI SICUREZZA E COORDINAMENTO .....	10
2.4	RIFERIMENTI E CAPISALDI .....	10
2.5	NATURA DEL TERRENO .....	11
2.6	ACCESSI E IMPIANTO CANTIERE.....	11
2.7	RIMESSA IN RIPRISTINO DEI TERRENI.....	12
<b>3.</b>	<b>MEZZI D'OPERA .....</b>	<b>13</b>
3.1	NOLEGGI.....	13
3.2	MATERIALI .....	13
3.3	MATERIALI FORNITI DAL COMMITTENTE.....	15
3.4	COSTRUZIONE FUORI OPERA DEI COMPONENTI.....	15
3.5	QUALITÀ E PROVENIENZA DEI COMPONENTI .....	15
3.6	PREFABBRICAZIONE ARMATURE METALLICHE PER STRUTTURE IN C.A.	16
<b>4.</b>	<b>CONTROLLI, CERTIFICAZIONI E COLLAUDI IN CORSO D'OPERA.....</b>	<b>17</b>
4.1	CONTROLLI E CERTIFICAZIONI SUI MATERIALI .....	17
4.2	COLLAUDI SULLE OPERE.....	18
4.3	CERTIFICAZIONI RICHIESTE DALLE DISPOSIZIONI LEGISLATIVE .....	18
<b>5.</b>	<b>GESTIONE DELLE TERRE E ROCCE DA SCAVO .....</b>	<b>19</b>
<b>6.</b>	<b>CRITERI DI APPLICAZIONE DELL'ELENCO DEI PREZZI .....</b>	<b>21</b>
<b>7.</b>	<b>PRESCRIZIONI TECNICHE .....</b>	<b>23</b>
7.1	PREDISPOSIZIONE AREE .....	23
7.2	TAGLIO DI BOSCO - ROVI - ERBE - PIANTE ISOLATE (EVENTUALI) .....	23
7.3	SCAVI .....	24
7.3.1	Scotico di materiale vegetale su substrato roccioso superficiale e/o affiorante .....	26
7.3.2	Scavi di sbancamento .....	26
7.3.3	Scavi a sezione obbligata.....	28
7.3.4	Bonifiche dei piani di posa.....	29
7.3.5	Bonifica con stabilizzazione a calce .....	29
7.3.6	Prova di carico su piastra per verifica piano di posa dei plinti .....	30
7.3.7	Scavi per cavidotti .....	30
7.3.8	Scavi per fondazioni in genere ed altri manufatti interrati.....	32
7.3.9	Scavi per canalizzazione di corsi d'acqua .....	32
7.3.10	Scavi a mano o con demolitore meccanico .....	32
7.3.11	Scarifica di strade esistenti .....	32
7.3.12	Demolizione di trovanti .....	33
7.3.13	Palancolate .....	33
<b>8.</b>	<b>RINTERRI E COLMATE - RILEVATI E SOPRASTRUTTURE.....</b>	<b>34</b>
8.1	RINTERRI E COLMATE .....	34
8.1.1	Rilevati aridi e soprastrutture per piazzole e strade .....	35
8.2	RILEVATI PER ARGINI DI BRIGLIE, PER TOMBAMENTI, PER SCHERMATURE ETC., IN AREE NON OCCUPATE DA PIAZZOLE E STRADE.....	38
<b>9.</b>	<b>DEMOLIZIONI - SCALPELLATURE - SMANTELLAMENTI .....</b>	<b>40</b>
9.1	DEMOLIZIONE ANDANTE DI STRUTTURE IN C.A., MURATURE E CALCESTRUZZI .....	40

9.2	ESECUZIONE DI FORI IN STRUTTURE IN C.A. O CALCESTRUZZO .....	40
9.3	SCALPELLATURE DI SUPERFICI IN CALCESTRUZZO .....	40
9.4	SMANTELLAMENTO DI RECINZIONE ESISTENTE, CANCELLI, ETC. ....	41
9.5	FRESATURA E TAGLIO DI PAVIMENTAZIONI STRADALI.....	41
<b>10.</b>	<b>CALCESTRUZZI .....</b>	<b>42</b>
10.1	REQUISITI GENERALI DI BASE PER I COMPONENTI (INGREDIENTI) .....	42
10.1.1	Cementi .....	42
10.1.2	Aggiunte .....	43
10.1.3	Ceneri volanti .....	43
10.1.4	Fumo di silice.....	45
10.1.5	Filler calcarei.....	45
10.1.6	Aggregati .....	45
10.1.7	Acqua di impasto .....	47
10.1.8	Additivi .....	48
10.1.9	Requisiti di base per il calcestruzzo allo stato fresco e indurito .....	48
10.1.10	Qualifica del conglomerato cementizio.....	53
10.1.11	Verifica della resistenza caratteristica ed eventuale contestazione .....	61
10.1.12	Altre condizioni.....	63
10.1.13	Calcestruzzi gettati fuori opera .....	65
10.1.14	Riprese di getto su calcestruzzi esistenti.....	65
10.1.15	Predisposizione di fori, tracce, cavità .....	65
10.1.16	Additivi .....	66
10.1.17	Fluidificanti .....	66
10.1.18	Coloranti .....	66
<b>11.</b>	<b>ANCORAGGI, AMMARRI E INGHISAGGI .....</b>	<b>67</b>
11.1	PREDISPOSIZIONE IMPIANTISTICA DELL'AEROGENERATORE .....	67
11.2	POSA IN OPERA DEGLI ANCHOR CAGE TORRE/FONDAZIONE .....	67
11.2.1	Posa in opera tubazioni passacavi e bandella in acciaio .....	67
11.3	ANCORAGGI ED AMMARRI DI COMPONENTI VARI .....	68
11.4	CASSETTE PER INSTALLAZIONE TIRAFONDI .....	68
11.5	MALTE E BETONCINI ESPANSIVI .....	68
11.6	ANCORAGGIO DI BARRE O TIRAFONDI A STRUTTURE ESISTENTI .....	69
11.6.1	Ancoraggi chimici.....	69
11.6.2	Ancoraggi con malte espansive.....	69
<b>12.</b>	<b>CASSEFORME PER OPERE IN CALCESTRUZZO.....</b>	<b>71</b>
<b>13.</b>	<b>GIUNTI STRUTTURALI .....</b>	<b>73</b>
13.1	SEPARAZIONE STRUTTURALE.....	73
13.2	GIUNTO DI TENUTA IDRAULICA .....	73
13.3	GIUNTO WATER-STOP .....	74
<b>14.</b>	<b>IMPERMEABILIZZAZIONI.....</b>	<b>75</b>
14.1	MODALITÀ DI ESECUZIONE .....	75
14.1.1	Preparazione delle superfici da impermeabilizzare .....	75
14.1.2	Posa in opera .....	75
14.1.3	Certificazioni, campionature e prove garanzie .....	77
14.1.4	Campioni .....	77
14.1.5	Collaudi.....	77
14.1.6	Criteri di misurazione .....	78
14.1.7	Criteri di accettazione .....	78
<b>15.</b>	<b>IMPERMEABILIZZAZIONI CON GEOCOMPOSITI.....</b>	<b>79</b>
15.1	GUAINA BITUMINOSA .....	79
15.2	RIVESTIMENTO BITUMINOSO .....	79

15.2.1	Preparazione del supporto.....	79
15.2.2	Modalità di applicazione .....	79
15.2.3	Pasta bituminosa.....	80
<b>16.</b>	<b>IMPERMEABILIZZAZIONE FONDAZIONE AEROGENERATORE .....</b>	<b>81</b>
16.1	TRATTAMENTO IMPERMEABILIZZANTE DEL COLLETTO .....	81
16.2	TRATTAMENTO IMPERMEABILIZZANTE DEL PLINTO CON PENETRON .....	81
<b>17.</b>	<b>ACCIAIO PER CEMENTO ARMATO .....</b>	<b>84</b>
17.1	ACCIAIO A ADERENZA MIGLIORATA (D.M.17/01/2018 P.TO 11.3.2.10.4 E CM 617 2/2/2009 P.TO 11.3) .....	84
17.1.1	Prodotti qualificati .....	86
17.1.2	Controlli di accettazione in cantiere .....	86
17.1.3	Forniture e documentazione di accompagnamento .....	86
17.1.4	Identificazione del produttore.....	87
17.1.5	Centri di trasformazione .....	87
17.1.6	Definizioni .....	88
17.2	RETI ELETTROSALDATE .....	91
17.3	PROFILATI D'ACCIAIO .....	91
<b>18.</b>	<b>CARATTERISTICHE MECCANICHE ACCIAIO .....</b>	<b>92</b>
18.1	MODULO ELASTICO.....	92
18.2	ADERENZA ACCIAIO-CALCESTRUZZO TENSIONI DI ADERENZA SECONDO NORMATIVA.....	92
18.3	LUNGHEZZA DI ANCORAGGIO.....	92
18.4	LUNGHEZZA DI ANCORAGGIO.....	93
18.5	GIUNZIONI PER SOVRAPPOSIZIONE SECONDO NORMATIVA .....	93
18.6	MANUFATTI VARI IN ACCIAIO .....	93
18.7	LASTRE DI COPERTURA DI CUNICOLI E DI POZZETTI.....	94
18.8	INVOLUCRI A PERDERE.....	94
18.9	GRIGLIATI STRADALI IN ACCIAIO VERNICIATO.....	95
18.9.1	Grigliati elettrofusi in acciaio zincato.....	95
18.9.2	Travature in acciaio zincato a caldo (esclusi quelli di interfaccia per i fusti degli aerogeneratori) .....	96
18.9.3	Telai per cavedi verticali.....	96
18.10	TRATTAMENTO PROTETTIVO DEI MANUFATTI IN ACCIAIO .....	96
18.10.1	Prescrizioni generali .....	98
18.10.2	Zincatura a caldo .....	100
18.11	MANUFATTI IN LAMIERA ZINCATA .....	100
18.12	ELEMENTI TUBOLARI .....	100
18.13	CONDOTTE PORTANTI .....	100
18.14	ELEMENTI PER CANALIZZAZIONI APERTE.....	103
18.15	CANALETTE SEMICIRCOLARI .....	103
18.16	CANALETTE TRAPEZOIDALI .....	103
<b>19.</b>	<b>MANUFATTI IN ACCIAIO INOX .....</b>	<b>104</b>
19.1	PRESCRIZIONI DI CARATTERE GENERALE.....	104
19.2	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI E CONDIZIONI DI FORNITURA .....	105
19.2.1	Generale.....	105
19.2.2	Modalità di esecuzione .....	105
19.2.3	Assemblaggi.....	106
19.2.4	Trattamenti.....	106
19.2.5	Sgrassaggio.....	106
19.2.6	Decapaggio .....	106
19.2.7	Decontaminazione .....	106
19.2.8	Certificazioni, campionature e prove campionatura .....	107
19.2.9	Modalità di conservazione e cura .....	107

19.2.10	Criteri di misurazione .....	107
19.2.11	Criteri di accettazione .....	108
<b>20.</b>	<b>CONGLOMERATI BITUMINOSI.....</b>	<b>109</b>
20.1	BITUMI .....	109
20.2	EMULSIONI BITUMINOSE .....	109
20.3	STRATO DI BASE IN MISTO BITUMATO .....	111
20.4	STRATI DI COLLEGAMENTO (BINDER) E DI USURA .....	119
20.5	STRATO DI USURA .....	124
20.6	MODALITÀ DI PRODUZIONE E CONFEZIONAMENTO DELLE MISCELE .....	127
20.6.1	Trasporto .....	128
20.6.2	Posa in opera .....	128
20.6.3	Compattazione .....	128
20.6.4	Esecuzione dei giunti .....	129
<b>21.</b>	<b>PALI TRIVELLATI DI MEDIO E GRANDE DIAMETRO .....</b>	<b>130</b>
21.1	PREMESSA .....	130
21.2	DEFINIZIONE .....	130
21.3	SOGGEZIONI GEOTECNICHE E IDROGEOLOGICHE .....	130
21.4	PERFORAZIONE .....	131
21.4.1	Attrezzature .....	131
21.4.2	Attraversamento di trovanti e/o formazioni rocciose .....	131
21.4.3	Controlli in fase d'opera .....	132
21.5	ARMATURA DEI PALI .....	132
21.6	FORMAZIONE DEL FUSTO DEI PALI .....	133
21.6.1	Preparazione e trasporto del conglomerato cementizio .....	133
21.6.2	Posa in opera del conglomerato cementizio .....	134
21.6.3	Scapitozzatura della testa dei pali .....	134
21.7	PROVE E CONTROLLI .....	135
21.7.1	Prove di progetto su pali pilota (fase di progetto) .....	135
21.7.2	Prove e controlli in corso di opera .....	135
21.7.3	Controlli ad opera finita .....	136
21.7.4	Prove di carico verticale su pali per collaudo .....	136
21.7.5	Carotaggio continuo meccanico .....	137
21.7.6	Scavi attorno al fusto del palo .....	137
21.8	DOCUMENTAZIONE DEI LAVORI ESEGUITI .....	138
<b>22.</b>	<b>GABBIONATE E MANTELLATE .....</b>	<b>139</b>
22.1	DESCRIZIONE .....	139
22.2	GABBIONATE .....	139
22.3	MANTELLATE .....	140
<b>23.</b>	<b>TERRE RINFORZATE .....</b>	<b>142</b>
23.1	DESCRIZIONE .....	142
23.2	PRESCRIZIONI GENERALI .....	142
23.3	FASI ESECUTIVE .....	143
23.4	CARATTERISTICHE DEI GEOSINTETICI .....	144
23.5	CARATTERISTICHE DEI TERRENI DA RILEVATO .....	144
23.6	PROVE DI CONTROLLO .....	144
<b>24.</b>	<b>CONSOLIDAMENTO AREE IN PENDIO .....</b>	<b>146</b>
24.1	GEORETI .....	146
24.2	VIMINATE-FASCINATE .....	146
24.3	BRIGLIE IN PALI DI CASTAGNO .....	147
24.4	SPONDE DI FOSSI IN PALI DI CASTAGNO .....	147
24.5	PROTEZIONI SPONDALI IN LEGNO E TALEE .....	148
24.6	PROTEZIONI DI PENDIO IN LEGNO E TALEE .....	148
24.7	PALIZZATE DI CONTENIMENTO TERRE .....	149

24.8	<b>BORDATURE DI CONTENIMENTO</b> .....	149
24.9	<b>MANUFATTI IN PIETRAME A SECCO</b> .....	150
24.9.1	Muri a secco di delimitazione .....	150
24.9.2	Muri a secco di contenimento .....	151
24.9.3	Muri a secco di rivestimento .....	151
24.9.4	Manufatti vari a secco .....	151
24.9.5	Macie .....	152
24.10	<b>SCOGLIERE IN PIETRAME</b> .....	152
24.11	<b>DRENAGGI E TRINCEE DRENANTI</b> .....	153
24.11.1	Escavazione delle trincee .....	154
24.11.2	Massetto di fondo .....	154
24.11.3	Geotessile .....	154
24.11.4	Tubazione di scolo .....	155
24.11.5	Corpo drenante .....	155
24.12	<b>DRENAGGI CONTRO-MURO</b> .....	156
25.	<b>GEOTESSILI E GEOCOMPOSITI</b> .....	<b>157</b>
25.1	<b>GEOTESSILE PER DRENAGGI</b> .....	157
25.2	<b>GEOTESSILE PER SCOGLIERE</b> .....	157
25.3	<b>GEOTESSILE PER SEPARAZIONE</b> .....	157
25.4	<b>GEOCOMPOSITI</b> .....	158
26.	<b>REGIMAZIONE ACQUE DI SUPERFICIE</b> .....	<b>159</b>
26.1	<b>CUNETTE</b> .....	159
26.2	<b>CANALETTE</b> .....	159
26.3	<b>CANALI SEMICIRCOLARI</b> .....	160
26.4	<b>CANALI TRAPEZI</b> .....	160
26.5	<b>ATTRAVERSAMENTI STRADALI</b> .....	160
26.5.1	Attraversamenti stradali con grigliato .....	160
27.	<b>SISTEMAZIONI A VERDE</b> .....	<b>162</b>
27.1	<b>LIVELLAMENTO DELLE SUPERFICI, STERRI E RIPORTI E APPORTO TERRA DI COLTIVO</b> .....	162
27.2	<b>SPIETRATURA</b> .....	162
27.3	<b>TERRENO VEGETALE</b> .....	163
27.4	<b>FORMAZIONE DEL TAPPETO ERBOSO</b> .....	163
27.4.1	Seminazione manuale .....	163
27.4.2	Idrosemimazione .....	164
27.5	<b>GRIGLIATI CARRABILI PER PAVIMENTAZIONI ERBOSE</b> .....	164
27.6	<b>REALIZZAZIONE BANCHINE</b> .....	164
27.7	<b>RIPROFILATURA DI SCARPATE</b> .....	165
28.	<b>RECINZIONI, CANCELLI, DELIMITAZIONI</b> .....	<b>166</b>
28.1	<b>RECINZIONE DEFINITIVA</b> .....	166
28.2	<b>RECINZIONE DI DELIMITAZIONE IN RETE</b> .....	166
28.3	<b>RECINZIONE DI DELIMITAZIONE IN FILO SPINATO</b> .....	167
28.4	<b>RECINZIONE DI DELIMITAZIONE IN RETE E FILO SPINATO</b> .....	167
28.5	<b>CANCELLI METALLICI</b> .....	167
28.6	<b>STACCIONATE IN LEGNO</b> .....	168
29.	<b>PRESCRIZIONI QUANTIFICAZIONI</b> .....	<b>169</b>
29.1	<b>NORME DI VALUTAZIONE</b> .....	169
29.1.1	Predisposizione aree .....	169
29.1.2	Taglio di bosco - rovi – erbe – piante isolate .....	169
29.1.3	Taglio di piante isolate .....	169
29.1.4	Scavi .....	170
29.1.5	Scotico di materiale vegetale su substrato roccioso superficiale e/o affiorante .....	171
29.1.6	Scavi di sbancamento .....	171

29.1.7	Scavi a sezione obbligata.....	171
29.1.8	Bonifiche dei piani di posa.....	172
29.1.9	Prova di carico su piastra per verifica piano di posa dei plinti .....	172
29.1.10	Demolizione di trovanti.....	174
29.1.11	Palancolate .....	174
29.1.12	Rinterri e colmate – Rilevati e soprastrutture .....	175
29.1.13	Demolizioni - scalpellature - smantellamenti .....	176
29.1.14	Ancoraggi, ammarri e inghisaggi .....	178
29.1.15	Casseforme per opere in calcestruzzo .....	180
29.1.16	Giunti strutturali .....	180
29.1.17	Impermeabilizzazioni e geocompositi .....	181
29.1.18	Acciaio per cemento armato.....	181
29.1.19	Manufatti vari in acciaio.....	182
29.1.20	Manufatti in lamiera zincata .....	184
29.1.21	Manufatti in acciaio INOX .....	184
29.1.22	Conglomerati bituminosi.....	185
29.1.23	Gabbionate e mantellate.....	187
29.1.24	Consolidamento aree in pendio .....	187
29.1.25	Viminate-Fascinate .....	188
29.1.26	Geotessile e geocompositi.....	191
29.1.27	Regimazione delle acque di superficie .....	192
29.1.28	Sistemazione a verde.....	193
29.1.29	Formazione del tappeto erboso.....	193
29.1.30	Recinzioni, cancelli, delimitazioni.....	194
<b>30.</b>	<b>PROVE E VERIFICHE A CARICO DELL'APPALTATORE .....</b>	<b>196</b>
30.1	PROVE E VERIFICHE.....	196
30.2	SCAVI .....	196
30.2.1	Prove su piastra fondo scavo aerogeneratore, piazzole e strade di nuova realizzazione: 196	
30.3	RIPORTI E RILEVATI .....	197
30.3.1	Qualifica/controlli inerti per riempimenti, riporti e rilevati: .....	197
30.3.2	Esecuzione dei riporti e rilevati: .....	197
30.3.3	Esecuzione di riempimento/rinterri trincea cavidotti: .....	198
30.4	CONGLOMERATI CEMENTIZI .....	199
30.4.1	Calcestruzzi .....	199
30.5	CONGLOMERATI BITUMINOSI .....	200
30.5.1	Asfalti .....	200
30.6	PROVE TUBAZIONI PORTA CAVO .....	201
30.6.1	Prove di tenuta a pressione tubazione F.O. ....	201
30.6.2	Prove corretta installazione tubazione porta cavo con tecnica NO-DIG.....	202

## 1. PREMESSA

La società Hydro Engineering s.s. è stata incaricata di redigere il progetto definitivo dell'impianto eolico denominato "Sennori (SS)" composto da 6 aerogeneratori, ciascuno di potenza nominale pari a 7,0 MW, per una potenza complessiva di 42 MW, ubicato nel comune di Sennori (SS) e proposto dalla società Edison Rinnovabili S.p.A., facente parte del Gruppo Edison, con sede legale in Milano via Foro Buonaparte 31, 20121.

Il modello tipo di aerogeneratore scelto avrà potenza nominale di 7,0 MW, con diametro rotore fino a 163 m e altezza massima al top della pala pari a 180,0 m. per l'aerogeneratore SEN01 e pari a 200,0 m per gli aerogeneratori SEN02-SEN03-SEN04-SEN05 e SEN 06. Questa tipologia di aerogeneratore è allo stato attuale quella ritenuta più idonea per il sito di progetto dell'impianto.

Oltre che degli aerogeneratori, il progetto si compone dei seguenti elementi:

- elettrodotto interrato con cavi a 36 kV, di collegamento tra gli aerogeneratori e la nuova Stazione Elettrica di Terna 150/36KV "Tergu";
- edificio di consegna;
- nuova Stazione Elettrica di Terna 150/36KV "Tergu"; da inserire in entra – esce alla linea RTN a 150 kV "Sennori – Tergu" e "Ploaghe Stazione – Tergu" ( progetto in capo ad un altro proponente);
- raccordi di connessione AT a 150 kV, tra la stazione 150 KV "Tergu" le linee RTN a 150 kV "Sennori – Tergu" e Ploaghe Stazione – Tergu" ( progetto in capo ad un altro proponente);

Si precisa che la progettazione della futura stazione elettrica di Terna 150/36KV "Tergu" e dei relativi raccordi aerei da inserire in entra – esce alla linea RTN a 150 kV "Sennori – Tergu" e "Ploaghe Stazione – Tergu", riportati nella documentazione progettuale, sono in carico ad altro produttore avente ruolo di capofila nei confronti di Terna S.p.A.

Il presente elaborato riporta le specifiche tecniche progettuali.

## 2. PRESCRIZIONI GENERALI

### 2.1 CONDUZIONE DEI LAVORI

La COMMITTENTE pone in particolare evidenza la assoluta necessità di realizzare il campo eolico entro il periodo di tempo per esso programmato, pertanto, richiama fin d'ora l'attenzione dell'APPALTATORE sulla inderogabilità del Crono-Programma dei lavori stabilito contrattualmente per l'esecuzione dei lavori affidatigli.

A tale scopo la COMMITTENTE ritiene necessario che l'APPALTATORE, a sua cura ed onere:

conduca i lavori con rapidità, qualità, regola d'arte e massimo impegno, eseguendo in parallelo tutte quelle lavorazioni per le quali ciò sia possibile compatibilmente con il risultato del lavoro;

organizzi con sistematicità i lavori su fascia giornaliera più ampia possibile, compatibilmente con la durata dell'illuminazione naturale e con le condizioni di sicurezza.

disponga di personale qualificato e adeguato all'importanza dell'opera da realizzare, dotato delle conoscenze tecniche ed esperienza necessarie alla conduzione del cantiere. In specifico, è richiesta la presenza continuativa e la costante reperibilità di un Direttore Tecnico di Cantiere (DTC), ingegnere, geometra o perito edile, che agirà quale riferimento in situ e disporrà dell'adeguata assistenza di ulteriori collaboratori (assistenti, topografi, capi squadra, ecc.).

Le suddette condizioni operative, in quanto qui previste e prescritte, devono intendersi vincolanti sotto il profilo degli obblighi contrattuali e devono considerarsi economicamente compensate nei corrispettivi risultanti dalla contabilizzazione dei lavori eseguiti.

Prima dell'inizio dei lavori l'APPALTATORE deve presentare alla COMMITTENTE, per la approvazione, un dettagliato programma di esecuzione dei lavori, ovviamente compreso entro i limiti temporali contrattualmente stabiliti e coerentemente con le priorità indicate dalla COMMITTENTE; resta fermo il diritto della COMMITTENTE di variare dette priorità in qualunque momento, senza che per questo l'APPALTATORE abbia diritto a compenso alcuno.

Prima di iniziare qualsiasi fase di lavoro, l'APPALTATORE deve chiedere ed ottenere esplicito benestare dalla Direzione Lavori della COMMITTENTE (in seguito D.L.).

L'APPALTATORE è tenuto, a sua cura ed onere, ad aggiornare i documenti progettuali, forniti dalla COMMITTENTE, con tutte le eventuali modifiche ed adattamenti realizzati in corso d'opera ("as built"), con particolare riferimento ai tracciati dei cavidotti interrati e dei sottoservizi in genere; a disporre la revisione periodica della pianificazione di dettaglio (planning o cronoprogramma) relativa alle attività di propria competenza, d'accordo con le esigenze della COMMITTENTE e nel rispetto dei programmi della medesima.

La realizzazione dei lavori deve avvenire prioritariamente secondo quanto riportato negli elaborati di progetto; per quanto ivi non riportato valgono le indicazioni contenute nel presente capitolato speciale, nelle normative vigenti e nella buona regola d'arte cui la D.L. fa riferimento nell'imporre eventuali ordini di servizio.

## **2.2 AREE DI LAVORO**

La COMMITTENTE ha acquisito le aree strettamente necessarie alla realizzazione delle opere in progetto e, pertanto, richiama fin d'ora l'attenzione dell'APPALTATORE sulla necessità di eseguire i lavori entro le suddette aree autorizzate; ciò premesso si evidenzia che l'APPALTATORE è economicamente e penalmente responsabile dei danni eventualmente arrecati a colture e cose nei terreni limitrofi oltre le suddette aree.

Inoltre, prima di iniziare gli scavi, l'APPALTATORE deve accertarsi sull'assenza di interferenze con eventuali sottoservizi e/o opere interrato già esistenti; l'APPALTATORE è comunque responsabile per i danni alle stesse arrecati durante le fasi lavorative; a tal fine egli deve stipulare idonea polizza assicurativa.

## **2.3 PIANO DI SICUREZZA E COORDINAMENTO**

I lavori oggetto dell'appalto ricadono, in materia di sicurezza, nell'ambito di applicazione del D.Lgs. n. 81/2008 titolo IV; per tale circostanza essi vanno condotti coerentemente alle prescrizioni contenute nel Piano di Sicurezza e Coordinamento (P.S.C.) che è parte integrante del Contratto d'Appalto e contiene l'individuazione e la valutazione dei rischi nonché le conseguenti misure e prescrizioni atte a garantire il rispetto delle norme per la prevenzione degli infortuni e la tutela della salute dei lavoratori nel cantiere. Per la fase di progetto il P.S.C. è costituito dal documento fornito dalla COMMITTENTE' ("Piano di Sicurezza e Coordinamento"). L'appaltatore redigerà adeguato Piano Operativo della Sicurezza (P.O.S.) sulla base delle indicazioni e prescrizioni del P.S.C.

Gli oneri che sono riconosciuti all'APPALTATORE per osservare le suddette prescrizioni sono individuati ed esplicitati nel P.S.C. e sono contenuti nell'Elenco dei Prezzi.

## **2.4 RIFERIMENTI E CAPISALDI**

Le opere da realizzare sono quotate rispetto al sistema di riferimento plano-altimetrico UTM WGS84 fuso 33; questo è materializzato sui luoghi tramite dei capisaldi apposti su elementi caratteristici di costruzioni o manufatti presenti nell'area e/o realizzati appositamente. Per ogni caposaldo materializzato sui luoghi è stata redatta apposita scheda monografica con descrizione del punto e foto identificative.

L'Appaltatore, a propria cura e spese, deve estendere la griglia d'assi di riferimento alle aree interessate dai lavori appoggiandosi ai capisaldi dell'IMPIANTO consegnati dalla Committente.

## 2.5 NATURA DEL TERRENO

La localizzazione dell'IMPIANTO eolico è stata definita con l'ausilio di studi ed indagini per l'inquadramento geologico e stratigrafico di tutta l'area interessata.

Il progetto esecutivo delle opere è stato preceduto da un'accurata indagine geognostica, con l'esecuzione di sondaggi distribuiti nell'area, con analisi e prove geotecniche di laboratorio. Le documentazioni sulle indagini e sugli studi effettuati sono disponibili nella data room di progetto predisposta dalla COMMITTENTE.

## 2.6 ACCESSI E IMPIANTO CANTIERE

Per gli accessi al cantiere, in mancanza o per impraticabilità di una viabilità già predisposta, e per l'impianto di cantiere, l'APPALTATORE deve adottare le soluzioni tecnico - logistiche a suo giudizio più appropriate, le quali, oltre a sollevare in ogni caso la COMMITTENTE da richieste di autorizzazioni e da risarcimenti economici di qualsiasi tipo, risultino conformi alle autorizzazioni ottenute per la realizzazione delle opere, congruenti con le scelte di progetto e tali da non provocare disturbi alla stabilità del sito.

L'APPALTATORE deve organizzare il cantiere ed il relativo impianto in modo da non subire/causare eccessivi condizionamenti dagli/agli operatori ed Appaltatori eventualmente concomitanti nella stessa area.

Gli oneri per la realizzazione, manutenzione e rimozione dell'impianto di cantiere e di tutte le opere provvisorie ad esso connesse, oltre quelli già compresi e compensati tra gli oneri della Sicurezza sono a carico dell'APPALTATORE e si intendono compresi negli oneri generali.

Quanto sopra vale sia per ciò che è direttamente collegato con il cantiere, sia per le dipendenze logistiche dello stesso.

Resta inteso che qualsiasi opera provvisoria che modifichi anche solo in parte la situazione esistente in loco all'inizio dei lavori deve essere preventivamente autorizzata dalla COMMITTENTE, anche nel caso che interessi proprietà di terzi. Nell'allestimento e nella gestione dell'impianto di cantiere deve essere rispettato quanto disposto nel Piano di Sicurezza e Coordinamento in materia di sicurezza e nel D.Lgs. 81/2008 e successive modifiche e/o integrazioni.

Le opere provvisorie, gli apprestamenti e le attrezzature atti a garantire, per tutta la durata dei lavori, la prevenzione degli infortuni e la tutela della salute dei lavoratori sono a carico dell'APPALTATORE che risponde della sicurezza di tali strutture.

Le principali norme riguardanti i ponteggi e le impalcature, i ponteggi metallici fissi, i ponteggi mobili, ecc., sono contenute nel D.Lgs. 81/2008 e relativi allegati.

## **2.7 RIMESSA IN RIPRISTINO DEI TERRENI**

I terreni interessati dall'occupazione temporanea dei mezzi d'opera o dal deposito provvisorio dei materiali di risulta o di quelli necessari alle varie lavorazioni, devono essere rimessi in ripristino dall'APPALTATORE a propria cura e spese.

Quando trattasi di terreno agricolo, il terreno deve essere dissodato e rilavorato effettuando la lavorazione esistente precedentemente alla realizzazione della pista e/o dell'area provvisoria di lavoro.

Quando trattasi di incolto agricolo il terreno dovrà essere dissodato e regolarizzato.

In tutti i casi l'APPALTATORE deve:

- provvedere al ripristino del regolare deflusso delle acque di pioggia attraverso la rete idraulica costituita dalle fosse campestri, provvedendo a ripulirle ed a ripristinarne la sezione originaria;
- eliminare dalla superficie della pista e/o dell'area provvisoria di lavoro, ogni residuo di lavorazione o di materiali;
- dare al terreno la pendenza originaria al fine di evitare ristagni.

### 3. MEZZI D'OPERA

È essenziale che l'APPALTATORE, per svolgere nei tempi previsti ed a perfetta regola d'arte quanto è oggetto dell'Appalto, ed in particolare per l'esecuzione delle opere di scavo, operi sia con mezzi di adeguate capacità e potenza, sia con la flessibilità e la disponibilità richieste dalla tipologia dei lavori e dalla loro collocazione nel programma generale di costruzione dell'IMPIANTO. È, pertanto, richiesta la contemporanea operatività del maggior numero possibile di attrezzature dislocabili sul cantiere con eventuale l'applicazione di turni di lavoro da concordare con la D.L.

È, inoltre, richiesta la presenza in cantiere di un frantoio "automontato" per ottimizzare il riutilizzo del materiale proveniente dagli scavi.

I mezzi d'opera ed i macchinari operanti in cantiere debbono essere conformi alle prescrizioni del D.Lgs 81/2008 e del D.Lgs. 17/2010, pertanto, possono essere ammesse in cantiere solamente macchine munite della dichiarazione di conformità "CE" e che riportino apposta, in modo visibile, la marcatura "CE" come previsto all'Art. 5 del D.LVgs. 17/2010. I mezzi d'opera ed i macchinari operanti in cantiere debbono essere inoltre conformi alle prescrizioni del D.P.C.M. 14/11/1997 e successive modifiche o integrazioni.

#### 3.1 NOLEGGI

Le macchine di cui la D.L. richiede l'intervento in cantiere per sue particolari esigenze, devono essere date perfettamente funzionanti in opera e debbono essere conformi alle prescrizioni già citate; le macchine devono essere complete di conducenti, carburante, lubrificante e tutto quanto necessario per l'eventuale manutenzione ordinaria e straordinaria; al termine del periodo di noleggio l'APPALTATORE deve provvedere all'allontanamento delle stesse dal cantiere.

#### 3.2 MATERIALI

I materiali e le forniture, da impiegare nelle opere da eseguire, dovranno essere delle migliori qualità esistenti in commercio, possedere le caratteristiche stabilite dalle leggi e dai regolamenti vigenti in materia e, inoltre, corrispondere alle specifiche norme del presente Capitolato o degli altri atti contrattuali. Essi, inoltre, se non diversamente prescritto o consentito, dovranno rispondere alle norme e prescrizioni dei relativi Enti d'unificazione e normazione con la notazione che ove il richiamo del presente testo fosse indirizzato a norme ritirate o sostituite, la relativa valenza dovrà ritenersi rispettivamente prorogata o riferita alla norma sostitutiva. 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.

Qualora gli atti contrattuali prevedano il luogo di provenienza dei materiali, la D.L. può prescriberne uno diverso, ove ricorrano ragioni di necessità o convenienza.

Qualora i luoghi di provenienza dei materiali siano indicati negli atti contrattuali, l'appaltatore non può cambiarli senza l'autorizzazione scritta del direttore dei lavori, che riporti l'espressa approvazione del Committente.

I materiali e le forniture proverranno, salvo diversa indicazione, da quelle località che l'Appaltatore riterrà di sua convenienza, purché, ad insindacabile giudizio della Direzione Lavori, ne sia riconosciuta l'idoneità e la rispondenza ai requisiti prescritti.

L'Appaltatore è obbligato a prestarsi, in qualsiasi momento, ad eseguire o a far eseguire presso il laboratorio di cantiere, presso gli stabilimenti di produzione o presso gli Istituti autorizzati, tutte le prove prescritte dal presente Capitolato, di cui all'Articolo PROVE E VERIFICHE, o dalla Direzione dei Lavori, sui materiali impiegati o da impiegarsi, nonché sui manufatti, sia prefabbricati che formati in opera e sulle forniture in genere.

Il prelievo dei campioni, da eseguire secondo le norme, sarà effettuato in contraddittorio e sarà verbalizzato.

Le provviste non accettate dalla Direzione Lavori, in quanto ad insindacabile giudizio non riconosciute idonee, dovranno essere immediatamente allontanate dal cantiere, a cura e spese dell'Appaltatore, e sostituite con altre rispondenti ai requisiti richiesti. L'Appaltatore resta, comunque, totalmente responsabile in rapporto ai materiali forniti la cui accettazione, in ogni caso, non pregiudica i diritti che la Direzione dei Lavori si riserva in sede di collaudo finale.

Per le forniture di materiali ai fini della individuazione delle caratteristiche tecniche e prestazionali si è fatto riferimento a specifiche produzioni industriali presenti sul mercato e ritenute dal sottoscritto progettista qualitativamente ed economicamente adeguate, accompagnandone le descrizioni con la locuzione "o equivalente".

In alternativa alle caratteristiche costruttive, di cui sopra, prescritte dal presente capitolato, possono essere presentate dall'Appaltatore proposte di variazioni migliorative ed innovative senza pretendere alcun compenso aggiuntivo a quello di progetto.

Tali variazioni dovranno preventivamente essere approvate dalla Direzione dei Lavori, previa eventuale visita presso lo stabilimento di produzione dove si procederà ai controlli, prove e collaudi previsti nel presente capitolato.

Solo dopo avere ottenuto il benestare della Direzione dei lavori l'Appaltatore procederà all'ordine delle apparecchiature e, o dei materiali.

Rimane inteso che, in ogni caso, i produttori dovranno disporre di un sistema di qualità Certificato secondo la ISO 9001:2015 per la specifica produzione oggetto della fornitura.

Qualora nel corso del lavoro i materiali cessino di presentare le qualità prescritte l'APPALTATORE deve, in tempo utile e senza diritto ad indennità di sorta, provvedere alla disponibilità di altri luoghi di prelievo o all'approvvigionamento, presso altri fornitori, dei materiali rispondenti alle caratteristiche prescritte.

### **3.3 MATERIALI FORNITI DAL COMMITTENTE**

I materiali forniti dalla Committente sono resi all'Appaltatore presso i propri magazzini, o altri luoghi di deposito interni all'IMPIANTO o alle aree di lavoro, direttamente sui mezzi di trasporto in arrivo. Nei prezzi elencati nel Preziario, relativi a posa in opera di materiali forniti dalla Committente, sono compresi tutti gli oneri per il loro prelievo dai luoghi sopraindicati, trasporto, carico, scarico e movimentazione da e per i luoghi di installazione.

### **3.4 COSTRUZIONE FUORI OPERA DEI COMPONENTI**

L'APPALTATORE deve provvedere, a propria cura e spese, alla trasformazione dei disegni di progetto di strutture prefabbricate in metallo o in c.a., forniti dalla COMMITTENTE, in disegni esecutivi di officina conformi ai propri standards costruttivi.

La costruzione di componenti delle strutture in acciaio nell'officina dell'APPALTATORE deve avvenire nel rispetto delle norme e/o raccomandazioni vigenti.

La lavorazione di lamiere e profilati d'acciaio deve essere effettuata da personale altamente specializzato ed in possesso dei brevetti richiesti dalla normativa vigente, in particolare osservando integralmente le istruzioni contenute nel D.M. 17.01.2018 (e successive sostituzioni, modifiche e/o integrazioni) e nella Norma UNI/ISO 2768/1 (e successive sostituzioni, modifiche e/o integrazioni) per classe di tolleranza "fine".

### **3.5 QUALITÀ E PROVENIENZA DEI COMPONENTI**

I componenti che l'APPALTATORE deve acquistare già pronti per il montaggio da altre Ditte, devono essere della migliore qualità e provenienza nella rispettiva loro specie. Inoltre, devono giungere in cantiere accompagnati da certificazione o documentazione atta a dimostrarne la composizione e la conformità a quanto previsto dalla Legislazione vigente, oltreché dalle eventuali istruzioni di posa in opera. Non verranno ammessi in cantiere componenti per i quali la D.L. non abbia ricevuto idonea documentazione.

### **3.6 PREFABBRICAZIONE ARMATURE METALLICHE PER STRUTTURE IN C.A.**

Al fine di ottenere una concreta abbreviazione dei tempi di realizzazione delle opere in c.a. la COMMITTENTE richiede che per tali opere siano eseguite fuori del cantiere le lavorazioni dell'armatura metallica, provvedendo quindi alla sua “prefabbricazione” secondo moduli trasportabili entro i comuni limiti di sagoma previsti dalle norme di circolazione stradale. Nel cantiere si deve, prevalentemente, provvedere alla collocazione in opera delle suddette armature, poggiandole sopra gli appositi distanziali che assicurano le tolleranze dai magroni già realizzati e dalle apposite casseforme atte al contenimento dei getti di cls, curandone il perfetto posizionamento, il collegamento con le apposite barre d'interconnessione, il mantenimento in posizione durante il getto e la presa del cls. Sarà quindi effettuato un controllo da parte della direzione lavori, o dal Site Manager, sulla corretta esecuzione dell'opera al fine di rilasciare l'autorizzazione al getto, previa verifica topografica e redazione del corrispondente protocollo.

## **4. CONTROLLI, CERTIFICAZIONI E COLLAUDI IN CORSO D'OPERA**

### **4.1 CONTROLLI E CERTIFICAZIONI SUI MATERIALI**

A partire dalla data del contratto d'Appalto, come previsto nel presente Capitolato di cui all'Articolo PROVE E VERIFICHE, fino a quella di ultimazione dei lavori, la DL e il COMMITTENTE si riservano il diritto di effettuare controlli sull'approvvigionamento dei materiali e dei componenti, e sulle lavorazioni sia nell'officina sia in cantiere, per verificare se le varie attività siano condotte secondo quanto prescritto in contratto e secondo la normativa vigente, anche se non esplicitamente prescritta.

I vari materiali e componenti impiegati dovranno essere rispondenti alle caratteristiche tecniche richieste nel presente documento ed alla Legislazione vigente; a tal fine dovranno giungere in cantiere accompagnati, oltre che dalle eventuali istruzioni di posa in opera, dalla documentazione atta a dimostrarne tale rispondenza ed a certificarne la conformità a quanto previsto dalla Legislazione vigente.

Qualora tale documentazione non sia ritenuta idonea o completa, su richiesta insindacabile della D.L., l'APPALTATORE è tenuto, a propria cura e spese, ad effettuare, per la verifica della conformità alle caratteristiche direttamente richieste nel presente documento, presso un Laboratorio Ufficiale concordato con la D.L., prove di qualifica su materiali o componenti da impiegare o già impiegati nonché su campioni di lavori già eseguiti, da prelevarsi in opera, sostenendo anche tutte le spese per il prelevamento degli stessi e per la loro spedizione.

Nel caso di non rispondenza dei materiali o dei componenti alle caratteristiche richieste, l'APPALTATORE è tenuto a sostituirli, a sua cura e spese, con altri idonei, provvedendo anche a rimuoverli dal cantiere entro il termine fissato dalla D.L.

Nel caso di inadempienza è facoltà della D.L. di provvedervi direttamente ma a spese dell'APPALTATORE, a carico del quale va posto anche qualsiasi danno che possa da ciò derivare.

Anche nel corso delle diverse fasi delle lavorazioni in cantiere la D.L. può sempre chiedere la modifica e/o sostituzione, a cura e spese dell'APPALTATORE, di quei componenti che non risultassero a norma di contratto.

L'APPALTATORE deve comunicare alla DL, con congruo anticipo, le date di arrivo dei materiali e dei componenti approvvigionati, nonché le date d'inizio delle varie lavorazioni in officina ed in cantiere, affinché la DL stessa possa controllare l'idoneità dei materiali e dei metodi di lavorazione e, eventualmente, chiedere la modifica o la sostituzione, a cura e spese dell'APPALTATORE, di ciò che non risultasse ottemperare alle norme contrattuali o di legge.

## 4.2 COLLAUDI SULLE OPERE

Premesso che i collaudi sulle strutture finite in c/a e carpenteria metallica vengono eseguiti conformemente alle disposizioni di cui alla Legge 1086/71 (e successive sostituzioni, modifiche e/o integrazioni) a cura della COMMITTENTE, l'APPALTATORE è tenuto, a propria cura e spese, ad effettuare tutti gli altri eventuali collaudi prescritti dal presente documento o dalla normativa vigente ed a consegnare alla D.L. copia di tutti i certificati di collaudo.

Qualora uno o più collaudi abbiano avuto esito negativo, la D.L. chiede all'APPALTATORE di apportare le idonee modifiche a quelle opere risultanti non a norma di Contratto e l'accettazione definitiva è subordinata all'esito positivo di un nuovo collaudo; rimane comunque inteso sin d'ora che gli oneri per l'esecuzione di tali modifiche saranno a completo carico dell'APPALTATORE stesso.

Resta pertanto inteso che l'APPALTATORE, fatto salvo il proprio diritto di avanzare riserva, non può rifiutarsi di modificare o sostituire a sua cura e spese quanto richiesto dalla COMMITTENTE, né può aversi accettazione provvisoria delle opere se non dopo che lo stesso APPALTATORE ha eseguito quanto prescrittogli.

Nel caso di inadempienza è facoltà della D.L. di provvedervi direttamente ma a spese dell'APPALTATORE, a carico del quale andrà posto anche qualsiasi danno che possa da ciò derivare.

D'altra parte, la mancata richiesta da parte della COMMITTENTE di modifiche o sostituzioni non solleva l'APPALTATORE dai suoi obblighi contrattuali, che lo fanno in ogni caso l'unico responsabile della rispondenza finale delle opere all'uso cui sono state destinate.

Solo nel caso in cui tutti i collaudi abbiano avuto esito positivo, può essere firmato il verbale di accettazione definitivo.

L'APPALTATORE deve comunicare alla D.L., con congruo anticipo, la data di completamento delle attività nonché la data di inizio dei collaudi affinché la stessa possa pianificare la propria partecipazione.

## 4.3 CERTIFICAZIONI RICHIESTE DALLE DISPOSIZIONI LEGISLATIVE

Ove previsto dalle disposizioni della legislazione vigente, anche se non richiesto specificatamente dalla D.L., l'APPALTATORE è tenuto, a propria cura e spese, a certificare che l'esecuzione di determinate lavorazioni e/o la realizzazione di talune attività e/o opere è stata svolta conformemente alle leggi e norme vigenti.

## 5. GESTIONE DELLE TERRE E ROCCE DA SCAVO

La gestione di terre e rocce da scavo dovrà essere eseguita in ottemperanza al DPR n.120 del 13/06/2017 ed in particolare all'art.9.

In particolare, prima dell'inizio dei lavori, in conformità alle previsioni del piano preliminare di utilizzo in sito delle terre e rocce da scavo, escluse dalla disciplina dei rifiuti, il proponente o l'esecutore:

effettua il campionamento dei terreni, nell'area interessata dai lavori, per la loro caratterizzazione al fine di accertarne la non contaminazione ai fini dell'utilizzo allo stato naturale, in conformità con quanto pianificato in fase di autorizzazione;

redige, accertata l'idoneità delle terre e rocce da scavo all'utilizzo ai sensi e per gli effetti dell'articolo 185, comma 1, lettera c), del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, un apposito progetto in cui sono definite:

- le volumetrie definitive di scavo delle terre e rocce;
- la quantità delle terre e rocce da riutilizzare;
- la collocazione e durata dei depositi delle terre e rocce da scavo (siti di deposito temporaneo);
- la collocazione definitiva delle terre e rocce da scavo (siti di destinazione).

In conformità al Piano esecutivo di utilizzo delle terre e rocce da scavo, il materiale da scavo, se dotato dei requisiti previsti dalla normativa potrà essere reimpiegato nell'ambito del cantiere o in alternativa inviato presso impianto di recupero per il riciclaggio di inerti non pericolosi.

In questo modo sarà possibile da un lato ridurre al minimo il quantitativo di materiale da inviare a discarica, dall'altro ridurre al minimo il prelievo di materiale inerte dall'ambiente per la realizzazione di opere civili, intese in senso del tutto generale.

I materiali di risulta provenienti dagli scavi, dalle demolizioni, etc., sono di proprietà dell'APPALTATORE, essendo questi il produttore del rifiuto, che deve provvedere alla loro sistemazione definitiva.

La parte dei materiali di risulta di migliore qualità, rispondenti alle caratteristiche tecniche necessarie per il riutilizzo, verificate attraverso opportune prove di laboratorio, adeguatamente selezionata e corretta, e/o frantumata in sito, e previo benestare della D.L., può essere utilizzata per la costruzione di rilevati per strade e piazzali: tale operazione viene compensata con apposito corrispettivo.

Altra parte dei materiali di risulta può, invece, essere impiegata per riempimenti, per tombamenti, per rimodellamenti morfologici od altri interventi richiesti dalla COMMITTENTE, ubicati nell'area dell'IMPIANTO eolico (così come precedentemente definito): per queste materie di risulta l'APPALTATORE deve provvedere al carico, al trasporto, allo scarico ed alla sistemazione (con le Prescrizioni Tecniche di cui all'Articolo

"RINTERRI E COLMATE - RILEVATI E SOPRASTRUTTURE - BONIFICHE E SOTTOFONDI /Rinterri e colmate") nelle aree di stoccaggio e/o di immediato impiego indicate nel Piano di utilizzo; tutti gli oneri a ciò connessi si intendono inclusi e compensati nei prezzi contrattuali delle lavorazioni dalle quali i materiali provengono.

Il rimanente volume dei materiali di risulta prodotti dal cantiere, non riutilizzabili, deve essere conferito a discarica reperita dall'APPALTATORE e autorizzata a seconda della classificazione del rifiuto.

In tale caso vengono valutati a metro cubo di materiale e compensato il trasporto dal cantiere alla discarica e la collocazione dei materiali nella discarica stessa, unitamente agli oneri di discarica.

Nella scelta delle aree di discarica, l'APPALTATORE s'impegna a dare priorità a quelle individuate o già predisposte allo scopo dall'Amministrazione Comunale, a parità di prezzo contrattuale.

In ogni caso, la disponibilità delle discariche deve essere assicurata dall'APPALTATORE di sua iniziativa ed a tutta sua cura, spese e responsabilità, nel totale rispetto della Legislazione vigente, degli Strumenti Urbanistici locali e dei vincoli imposti dalle competenti Autorità; le ubicazioni debbono risultare le più prossime al cantiere; nessun compenso spetta all'APPALTATORE per effetto di qualsivoglia spostamento di ubicazione delle discariche che non si renda necessario per indisponibilità od insufficienza palesatasi nel corso dei lavori.

Sono a carico dell'APPALTATORE, in quanto previsti e compensati in progetto, gli oneri relativi allo scarico, allo stendimento, alla compattazione ed alla profilatura delle terre provenienti dal cantiere nonché quant'altro richiesto dai proprietari dei terreni interessati e dagli Enti Pubblici preposti al controllo.

Di tutto ciò l'APPALTATORE è perfettamente cosciente ed informato avendo svolto, anche in sede di gara d'appalto, tutte le necessarie indagini atte a quantificare correttamente gli aspetti tecnici ed economici connessi alla collocazione a discarica dei materiali di risulta prodotti dal cantiere e non riutilizzati nell'ambito dello stesso.

Durante l'esecuzione dei lavori, a fronte dei prezzi contrattualmente convenuti, l'APPALTATORE deve provvedere a qualsiasi onere, incombenza e prestazione relativa al presente argomento, sollevando la COMMITTENTE dall'assunzione di ogni e qualsiasi responsabilità in merito.

Per tutti i materiali destinati allo smaltimento come rifiuti, l'APPALTATORE deve inviare alla D.L., ad avvenuto smaltimento, copia della "IV copia" del formulario di identificazione ai sensi del D. Lgs.152/2006

## 6. CRITERI DI APPLICAZIONE DELL'ELENCO DEI PREZZI

Le quantità di lavoro sono valutate e rilevate tenendo conto di quanto specificato dal presente Capitolato Tecnico, con l'unità di misura prevista dall'Elenco dei Prezzi.

Le voci dell'Elenco dei Prezzi si intendono applicabili a lavori contrattuali ovunque eseguiti nell'ambito di quanto descritto in contratto.

I prezzi contrattuali si intendono al netto degli oneri relativi alla Sicurezza, in quanto questi sono individuati ed esplicitati nel P.S.C. ed il loro importo complessivo è valutato e compensato separatamente nell'Elenco dei Prezzi.

La lavorazione prevista da una voce dell'Elenco dei Prezzi non può essere sostitutivamente contabilizzata mediante la somma dei prezzi relativi alle singole operazioni componenti la lavorazione stessa, anche se previsti dallo stesso Elenco dei Prezzi.

Si richiama l'attenzione dell'APPALTATORE sul fatto che, l'APPALTATORE stesso, con la firma del contratto, riconosce la remuneratività del complesso dei prezzi contrattuali; pertanto, detti prezzi coprono nel loro insieme l'utile dell'APPALTATORE oltre alla totalità delle spese, degli oneri ed alee inerenti al compimento delle opere oggetto dell'appalto, secondo le prescrizioni, con le obbligazioni ed entro i termini di contratto.

Tra gli oneri suddetti, indicati nel Capitolato Generale di Appalto, nel Contratto e nel successivo Capitolo 3 "NORME DI VALUTAZIONE", si evidenziano i seguenti:

L'osservanza di tutte le normative nazionali, europee ed internazionali (UNI, EN, CEI ed ISO), leggi e decreti nazionali in vigore alla data dell'Appalto anche se non esplicitamente citati nel presente documento ed in quelli contrattuali.

la verifica di tutta la documentazione progettuale consegnata dalla Committente. L'Appaltatore è tenuto ad evidenziare eventuali incompatibilità tra il progetto e lo stato dei luoghi, tra un disegno e l'altro, e/o tra disegni e specifiche tecniche. Eventuali incongruenze devono essere immediatamente segnalate alla DL e al Committente per le relative correzioni. Qualora durante l'esecuzione dei lavori siano rilevate incongruenze fra i documenti di progetto, la costruzione deve essere immediatamente sospesa e data comunicazione alla DL e al Committente, per le rettifiche del caso, senza che questo costituisca maggiore onere per il Committente;

la pulizia delle aree di lavoro da detriti e residui di ogni genere e protezione delle opere parzialmente realizzate, in caso di eventi meteorologici particolari (gelate, neve, grandine);

gli oneri per l'impianto di cantiere, oltre quelli già compresi e compensati tra gli "Oneri della Sicurezza";

la realizzazione, nell'ambito del cantiere, di box prefabbricati ad uso servizi per il personale addetto ai lavori, per deposito attrezzature e mezzi d'opera oltre a quelli già compresi e compensati tra gli oneri della Sicurezza;

i consumi di energia elettrica alle tariffe e condizioni in vigore al momento della fornitura, previa stipula di separato contratto con Operatore di settore presente nel territorio;

l'approvvigionamento e distribuzione di acqua per gli usi dei cantieri;

lo svolgimento delle pratiche con Enti o privati per i depositi previsti dalla Legge e per l'ottenimento di permessi, nullaosta, certificazioni, ecc. connessi alle necessità logistiche dell'APPALTATORE, escludendo l'acquisizione delle autorizzazioni urbanistiche ed ambientali riguardanti le opere in appalto, che sono di competenza della COMMITTENTE;

il tracciamento in campo delle opere da realizzare secondo quanto indicato in progetto;

il rilevamento in cantiere della esatta situazione dimensionale e costitutiva delle infrastrutture;

i collaudi in fabbrica, previsti dalla legislazione vigente;

le prove sui materiali da costruzione previste per legge e/o nel Capitolato Tecnico e/o richieste dalla Direzione Lavori e dal Collaudatore per l'accettazione dei medesimi;

la custodia dei materiali derivati da smantellamento e/o forniti direttamente o indirettamente (attraverso altri Fornitori) dalla COMMITTENTE, per la successiva posa in opera e/o lavorazione a cura dell'APPALTATORE; la presa in custodia viene verbalizzata in contraddittorio tra la COMMITTENTE e l'APPALTATORE; quest'ultimo deve provvedere al reintegro di eventuali materiali mancanti rispetto a quelli verbalizzati;

la raccolta delle bobine e degli eventuali sfridi dei cavi elettrici, la loro sistemazione nell'area di deposito e loro restituzione alla COMMITTENTE; quest'ultima viene verbalizzata in contraddittorio tra l'APPALTATORE e la COMMITTENTE;

il personale, le attrezzature ed i materiali necessari per i collaudi;

la pulizia, la manutenzione ed il ripristino di strade ed aree pubbliche e/o private interessate dallo svolgimento dei lavori;

l'obbligo della firma dei Giornali di Cantiere, con la frequenza che sarà richiesta dalla COMMITTENTE;

la conservazione dei capisaldi e l'esecuzione dei tracciamenti necessari per la realizzazione delle opere;

la presentazione dei campioni di tutti i materiali prescritti nel Capitolato Tecnico con congruo anticipo rispetto al loro impiego;

la segnaletica, a partire dalle vie di comunicazione principali, fino alla diramazione che porta al cantiere;

l'aggiornamento dei documenti progettuali, con tutte le eventuali modifiche e adattamenti realizzati in corso d'opera ("as built"), con particolare riferimento ai tracciati dei cavidotti interrati e dei sottoservizi in genere.

## 7. PRESCRIZIONI TECNICHE

### 7.1 PREDISPOSIZIONE AREE

Prima dell'inizio lavori, l'APPALTATORE deve procedere: all'individuazione, con riferimento agli elaborati del progetto esecutivo, delle aree interessate dalle opere in generale, ed in particolare:

- le aree interessate dal raccordo tra la viabilità esterna e la viabilità interna;
- le aree interessate dalla nuova viabilità interna da realizzare;
- le aree interessate dai nuovi cavidotti;
- le aree interessate dalla localizzazione delle fondazioni degli aerogeneratori e relative piazzole;
- alla materializzazione dei picchetti di tracciamento delle opere sopracitate od alla integrazione di quelli esistenti e ad indicare con opportune modine i limiti della viabilità di accesso; deve inoltre indicare i limiti degli scavi, degli eventuali rilevati e l'ingombro delle piazzole durante la fase di realizzazione delle opere verificando, nei casi limite, di non interferire con aree non acquisite dalla COMMITTENTE così come già evidenziato nel precedente punto 1.3.1;
- alla apertura della pista di accesso ed alla predisposizione delle aree alle successive lavorazioni mediante:
  - ripulitura e disceppamento del terreno;
  - allontanamento di eventuali massi erratici;
  - regolarizzazione del terreno, al fine di rendere agevole il transito ai mezzi di cantiere ed alle macchine operatrici;
- alla salvaguardia dei pozzetti protettivi di strumentazione geotecnica di controllo eventualmente installata nella fase di indagini geognostiche in sito;
- alla salvaguardia dei capisaldi descritti al precedente punto 1.5.

### 7.2 TAGLIO DI BOSCO - ROVI – ERBE - PIANTE ISOLATE (EVENTUALI)

Il taglio di bosco, sottobosco, cespugliame, rovi ed erbe deve essere effettuato con l'impiego di attrezzatura manuale o meccanica idonea alle varie situazioni. Il taglio deve essere eseguito al piede delle piante, per quelle di maggiori dimensioni deve essere utilizzato personale specializzato. L'APPALTATORE deve provvedere all'allontanamento, alla triturazione oppure all'incenerimento delle ramaglie e frasche in

luogo adatto ed approvato dalle Autorità competenti, particolarmente nei riguardi della prevenzione incendi.

La legna, sufficientemente suddivisa, deve essere accatastata ordinatamente ai limiti del cantiere in luogo concordato con la D.L. per essere consegnata al proprietario del terreno; qualora quest'ultimo sia di proprietà della COMMITTENTE e la D.L. lo ritenga opportuno, l'APPALTATORE deve provvedere ad allontanarla dal cantiere a propria cura e spese.

La delimitazione delle aree da disboscare viene stabilita dalla COMMITTENTE sulla base delle autorizzazioni acquisite; l'APPALTATORE è responsabile del rispetto di tale delimitazione e ne risponde verso le Amministrazioni territoriali per eventuali infrazioni a quanto dalle stesse autorizzato.

### 7.3 SCAVI

L'Appaltatore prende atto che l'esecuzione degli scavi per fondazioni o per posa di condutture, cavidotti e/o altro, essendo subordinata al programma generale di esecuzione dell'IMPIANTO eolico, può subire variazioni, sia nel programma che nel tracciato e/o nelle modalità esecutive.

Per quanto sopra l'Appaltatore non può richiedere maggiori compensi, a qualsiasi titolo, sia per il diverso periodo di esecuzione, sia di scavo, sia di allontanamento parziale o totale del terreno di risulta, sia di rinterro eseguito in zone anguste, e/o in concomitanza con lavori di montaggi industriali.

Per i criteri da seguire nel progetto e nell'esecuzione dei lavori, per quanto non specificato si rinvia alle "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 ed il collaudo delle opere di sostegno della terra e delle opere di fondazione" contenute nel D.M. 11/3/1988, ed a quanto indicato nella Circolare del Ministero LL.PP. n. 30483 del 24/9/1988. È prevista l'esecuzione di scavi di vario genere e di qualsiasi forma e dimensione, in terreni di qualsiasi natura e consistenza, compresa roccia dura da mina, secondo le sagome di progetto e/o quelle richieste dalla D.L.

Qualora durante le operazioni di scavo, si dovesse fare ricorso all'uso di esplosivi, l'APPALTATORE è tenuto preventivamente ad ottenere tutte le autorizzazioni previste che dovranno essere sottoposte per approvazione anche alla D.L.

Ove indicato in progetto, la sequenza delle fasi esecutive e l'estensione delle aree di scavo costituiscono vincolo tecnico prioritario su ogni altra esigenza operativa e logistica e, pertanto, debbono essere scrupolosamente osservate e attuate.

L'APPALTATORE è tenuto a porre in atto, di propria iniziativa ed impiegando i mezzi più idonei, ogni accorgimento affinché gli scavi vengano eseguiti in condizioni di sicurezza; di conseguenza egli è tenuto ad eseguire - non appena le circostanze lo

richiedano - le puntellature, le armature, ed ogni altro provvedimento atto a prevenire frane, scoscendimenti o smottamenti, restando responsabile degli eventuali danni ed essendo tenuto a provvedere, a proprie spese, alla rimozione dei terreni franati.

È vietato costituire depositi di materiali presso il ciglio degli scavi.

Le superfici degli scavi devono essere sistemate e rifinite secondo le sagome e pendenze prescritte; da esse devono essere asportati tutti gli elementi smossi od alterati. Le eventuali superfici rocciose, prima di iniziare eventuali getti, devono venire pulite con soffiature d'aria e acqua a forte pressione.

La profilatura dei piani di fondazione deve avvenire, di norma, sempre per asportazione e mai per riporto di materiale.

La profondità degli scavi indicata nei disegni di progetto ha valore indicativo in quanto gli scavi stessi devono essere spinti alla profondità che la D.L. indica volta per volta in relazione alle caratteristiche del terreno: l'APPALTATORE è a conoscenza di queste esigenze di lavoro e rinuncia fin d'ora ad avanzare, per effetto di tale causa, richieste di compenso eccedenti quanto contrattualmente già previsto.

È vietato all'APPALTATORE, sotto pena di demolizione del già fatto, di iniziare getti di cls., rilevati, bonifiche, etc. prima che la D.L. ne abbia verificati ed accertati i piani di appoggio.

Prima di iniziare le operazioni di scavo l'APPALTATORE deve provvedere al taglio di piante, arbusti e cespugli, accatastando il legname ridotto in elementi trasportabili nel luogo prossimo al cantiere che è indicato dalla COMMITTENTE.

L'APPALTATORE deve provvedere al convogliamento ed all'allontanamento delle eventuali acque presenti negli scavi, qualsiasi origine e provenienza esse abbiano, anche se per far ciò è necessario il sollevamento per mezzo di pompe, l'intubamento, l'imbrigliamento, la canalizzazione, ed altri artifici del genere.

Tutti i materiali di risulta provenienti da qualsiasi tipo di scavo ove non siano riutilizzabili devono essere collocati a sistemazione definitiva, ciò secondo quanto precisato all'Articolo "DISCARICHE".

Sono a carico dell'APPALTATORE anche gli oneri per l'eventuale accatastamento in cantiere del materiale scavato prima del suo riutilizzo nella formazione di rilevati o di riempimenti.

In ogni caso i materiali devono essere depositati a sufficiente distanza dallo scavo e non devono risultare di danno ai lavori, alle proprietà pubbliche o private ed al libero deflusso delle acque scorrenti sulla superficie.

Nel caso in cui sia necessario stoccare temporaneamente i materiali di risulta, in attesa di accertarne la buona qualità e quindi il reimpiego, devono comunque essere depositati in un luogo indicato dalla D.L. e sempre adeguatamente circoscritti e ben segnalati.

L' APPALTATORE dovrà ritenersi compensato per tutti gli oneri che esso dovrà incontrare per ogni altra spesa infine necessaria per l'esecuzione completa degli scavi.

### **7.3.1 Scotico di materiale vegetale su substrato roccioso superficiale e/o affiorante**

Per realizzare sedi stradali in siti prevalentemente rocciosi, in particolare ove la roccia è superficiale o addirittura affiorante, l'APPALTATORE deve realizzare lo scotico, della profondità di circa 15-20 cm, impiegando mezzi idonei alternativi e/o integrativi alle lame di motograder o ruspa e, ove necessario, con mezzi manuali, al fine di eliminare dalla roccia in posto, per la profondità suddetta, tutti i materiali terrosi ed i sedimenti fangosi, le erbe ed i cespugli, ogni altro materiale estraneo e non adatto a ricevere i successivi ricarichi.

### **7.3.2 Scavi di sbancamento**

Si definiscono scavi di sbancamento quelli eseguiti con qualunque mezzo meccanico a qualunque profondità, in terreni di qualsiasi natura e consistenza compresa la roccia tenera e dura, in presenza o meno di acqua, occorrenti per:

- spianamento o sistemazione del terreno su cui dovranno sorgere le costruzioni o i manufatti;
- scotico dello strato superficiale di humus;
- tagli di terrapieni;
- formazione di piazzali, strade, vespai, rampe incassate;
- apertura di trincee stradali, compresi cassonetti e cunette;
- formazione ed approfondimento di fossi e canali di vasta superficie, ecc.;
- scavo delle platee di fondazione, fondazioni degli aerogeneratori;

e più in generale tutti quelli eseguiti a sezione aperta ove sia possibile l'allontanamento delle materie di scavo evitandone il sollevamento, sia pure con la formazione di rampe provvisorie.

Sono da considerare "assimilabili" a quelli "di sbancamento" gli scavi da effettuare per la gradonatura dei piani di posa dei rilevati, per la regolarizzazione della superficie della pista, per la preparazione dei piani per la realizzazione di gabbionate, per la bonifica di superfici piane od inclinate negli spessori già previsti in progetto e/o richiesti dalla D.L., anche se sottostanti il "piano di sbancamento" od a questo non strettamente correlabili, anche se eseguiti in fasi successive.

La gradonatura dei piani di posa dei rilevati deve avere una profondità media di 40 cm e deve essere effettuata previo taglio dei cespugli e l'estirpazione delle ceppaie.

Sono inoltre da considerarsi "assimilabili" a quelli "di sbancamento" gli scavi da effettuare, per l'allargamento e la riprofilatura, ove necessario al transito degli automezzi

per il trasporto al sito delle attrezzature, della carreggiata della strada esistente e per la formazione di cassonetti.

Sono pure considerati scavi di sbancamento quelli sopra definiti e che l'Appaltatore, per qualsiasi ragione, esegue a mano oppure con mezzi meccanici operanti al di fuori dell'area dello scavo, ma che avrebbero potuto essere eseguiti con mezzi meccanici operanti all'interno dell'area di scavo.

Sono infine considerati di sbancamento gli scavi per i plinti di fondazione degli aerogeneratori, avendo questi notevoli dimensioni.

Per lo scavo della fondazione degli aerogeneratori la D.L. può richiedere, in conformità a quanto prescritto nel presente Capitolato di cui all'Articolo PROVE E VERIFICHE, l'esecuzione di prove di carico su piastra finalizzate alla verifica in loco delle caratteristiche geotecniche del terreno di sedime del plinto; a seguito dei risultati delle suddette prove la D.L. può indicare:

- di realizzare la bonifica dei terreni, così come descritto nel successivo Articolo “Bonifiche”;
- di approfondire lo scavo stesso per realizzare il piano di imposta delle fondazioni su terreni con migliori caratteristiche geotecniche;
- di ampliare lo scavo per impiegare fondazioni di dimensioni maggiori.

In nessuno dei casi sopra elencati saranno riconosciuti maggiori oneri all'Appaltatore.

Secondo quanto prescritto dall'art. 118 del d.Lgs. 81/2008, nei lavori di splateamento o sbancamento eseguiti senza l'impiego di escavatori meccanici, le pareti delle fronti di attacco devono avere una 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 m. 1,50, 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, deve essere provveduto all'armatura o al consolidamento del terreno.

Nei lavori di escavazione con mezzi meccanici deve essere vietata la presenza degli operai nel campo di azione dell'escavatore e sul ciglio del fronte di attacco.

Il posto di manovra dell'addetto all'escavatore, quando questo non sia munito di cabina metallica, deve essere protetto con solido riparo.

Ai lavoratori deve essere fatto esplicito divieto di avvicinarsi alla base della parete di attacco e, in quanto necessario in relazione all'altezza dello scavo o alle condizioni di accessibilità del ciglio della platea superiore, la zona superiore di pericolo deve essere almeno delimitata mediante opportune segnalazioni spostabili col proseguire dello scavo.

### 7.3.3 Scavi a sezione obbligata

Si definiscono scavi a sezione obbligata quelli eseguiti a qualunque profondità in terreni di qualsiasi natura e consistenza, compresa la roccia tenera e dura, in presenza di acqua o meno, a sezione ristretta ed obbligata, per dar luogo a singole parti di edifici come muri, plinti, fondazioni continue, fondazioni di macchine, apparecchiature, strutture metalliche, fognature, acquedotti, condutture in genere, cavi elettrici e per strumentazione, pozzetti, ecc. e quelli non elencati al par. 2.3.1 precedente.

Quando non diversamente richiesto dalla D.L., le pareti di detti scavi sono da prevedersi con inclinazione indicata nel Piano di Sicurezza e di Coordinamento.

Previo benessere da parte della D.L. e del Coordinatore per la Sicurezza in fase di Esecuzione (C.S.E.), quando non diversamente possibile, gli scavi possono essere eseguiti anche con pareti verticali; in ogni caso l'APPALTATORE è tenuto a porre in atto, di propria iniziativa ed impiegando i mezzi più idonei, ogni accorgimento affinché vengano eseguiti in condizioni di sicurezza, restando responsabile degli eventuali danni ed essendo tenuto a provvedere, a proprie spese, alla rimozione dei terreni franati.

Secondo quanto prescritto dall'art. 119 del D. Lgs. 81/2008 nello scavo di pozzi e di trincee profondi più di m. 1,50, 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, in modo da assicurare abbondantemente contro ogni pericolo gli operai, ed impedire ogni smottamento di materia durante l'esecuzione tanto degli scavi che delle murature.

Le tavole di rivestimento delle pareti devono sporgere dai bordi degli scavi di almeno 30 centimetri. L'APPALTATORE è responsabile dei danni ai lavori, alle persone, alle proprietà pubbliche e private che potessero accadere per la mancanza o insufficienza di tali puntellazioni e sbadacchiature, alle quali essa deve provvedere di propria iniziativa, adottando anche tutte le altre precauzioni riconosciute necessarie, senza rifiutarsi per nessun pretesto di ottemperare alle prescrizioni che al riguardo le venissero impartite dalla Direzione dei Lavori.

Nello scavo dei cunicoli, a meno che si tratti di roccia che non presenti pericolo di distacchi, devono predisporre idonee armature per evitare franamenti della volta e delle pareti. Dette armature devono essere applicate man mano che procede il lavoro di avanzamento; la loro rimozione può essere effettuata in relazione al progredire del ricolmo dello scavo e/o rivestimento in muratura.

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 degli scavi.

Nel caso di scavi per drenaggi è esplicitamente richiesta l'esecuzione a brevi tratti.

In generale a scavo ultimato, la sede relativa deve risultare sgombra dai materiali di risulta dello scavo stesso ed in particolare, nel caso degli scavi per cavidotti, le pareti dello scavo devono risultare il più possibile verticali e regolari.

Se non diversamente disposto dalla D.L. il materiale di scavo, nel caso di scavi a sezione obbligata, si intende da riutilizzare nell'ambito del cantiere.

Per l'esecuzione degli scavi in situazione ove la presenza di roccia e la sua disposizione spaziale impongono la individuazione di tecniche e/o mezzi d'opera di particolare natura, la scelta da operare al riguardo deve essere concordata tra l'APPALTATORE e la D.L. in modo da ottimizzare le attività sia sotto il profilo della compatibilità temporale sia sotto quello della economicità generale dell'intervento.

#### **7.3.4 Bonifiche dei piani di posa**

I piani di posa in corrispondenza di piazzole o sedi stradali ottenuti per sbancamento ed atti a ricevere la soprastruttura, allorché il terreno di imposta non raggiunge nella costipazione il valore di  $M_d$  pari a  $300 \text{ Kg/cm}^2$ , o i piani di posa dei plinti di fondazione il cui terreno costituente è ritenuto non idoneo dalla D.L. a seguito di una prova di carico su piastra eseguita con le modalità definite nell'articolo successivo "Prova di carico su piastra per verifica piano di posa dei plinti", devono essere oggetti di trattamento di "bonifica" mediante sostituzione di uno strato di terreno - dello spessore indicato in progetto o in loco dalla D.L. - con equivalente in misto granulare arido proveniente da scavi o cava di prestito reperita dall'APPALTATORE.

Le caratteristiche e le modalità di posa di detto materiale devono rispettare quanto già definito al precedente punto "Rilevati aridi e soprastrutture per piazzole e strade".

Nel caso di piazzole e strade, la bonifica può ritenersi accettabile quando a costipamento avvenuto viene raggiunto il valore di capacità portante corrispondente ad un  $M_d$  di almeno  $300 \text{ Kg/cm}^2$ , da determinarsi mediante prove di carico su piastra, con le modalità già definite in precedenza e con la frequenza di una prova ogni  $500 \text{ m}^2$  di area bonificata, o frazione di essa.

Nel caso di plinti di fondazione, per l'accettazione della bonifica devono essere raggiunti i valori di capacità portante corrispondenti ad un  $M_d$  definito in corso d'opera dalla D.L. oppure opportunamente specificati negli elaborati di progetto.

#### **7.3.5 Bonifica con stabilizzazione a calce**

In particolari situazioni, e comunque laddove indicato negli elaborati progettuali e/o stabilito dalla D.L., può essere richiesta la preparazione e bonifica del piano di posa dei rilevati o della fondazione stradale mediante la stabilizzazione a calce.

Tale attività deve essere eseguita con idonei macchinari per uno spessore finito di  $30 \text{ cm}$  minimo. La stabilizzazione deve essere eseguita con l'apporto di ossido e/o idrossido di

calcio micronizzato, in idonea percentuale in peso rispetto alla terra, previo studio (compreso nel prezzo) della miscela ottimale secondo le prescrizioni indicate a progetto e/o stabilite dalla D.L. Deve essere eseguita idonea compattazione fino a raggiungere i valori richiesti di addensamento e modulo di deformazione; compreso la fornitura, la stesa e miscelazione della calce, le prove di laboratorio ed in sito durante il trattamento e quanto altro necessario per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte.

### **7.3.6 Prova di carico su piastra per verifica piano di posa dei plinti**

In conformità a quanto previsto nel presente Capitolato di cui all'Articolo PROVE E VERIFICHE, la D.L., prima di realizzare lo strato di magrone su cui posare il plinto, dopo la battitura del terreno di fondazione, si devono eseguire almeno 2 prove di carico con piastra da 30 a 50 cm, secondo le richieste della D.L., con i cicli di carico tra 10-100 kPa, 10-200 kPa, 10-500 kPa, se non diversamente indicato dalla D.L.

Le due prove devono essere ubicate equidistanti dal centro della fondazione, in posizione diametralmente opposta, secondo le indicazioni della D.L.; le prove devono inoltre essere ubicate in corrispondenza della direzione prevalente del vento in sito.

L'APPALTATORE deve fornire alla D.L., entro il giorno successivo all'esecuzione della prova, il risultato della prova stessa ed il grafico relativo.

### **7.3.7 Scavi per cavidotti**

Sono scavi a sezione obbligata, di dimensioni ridotte come larghezza (30-150 cm) e profondità variabile, secondo le sezioni riportate nei disegni di progetto, da considerarsi prescrittivi e modificabili solo previa autorizzazione della D.L., ma di lunghezza rilevante, anche chilometrica.

L'esecuzione di questi scavi deve essere programmata con particolare attenzione al fine di evitare interferenze sulla viabilità dell'IMPIANTO eolico e contemporaneamente di consentire il montaggio degli aerogeneratori con i cavidotti ultimati; in particolare va curata ed organizzata al meglio la realizzazione dell'ultimo tratto di cavidotto tra il bordo delle piazzole e i plinti degli aerogeneratori.

Per la esecuzione degli scavi per cavidotti si fa generalmente uso di macchine escavatrici meccaniche di adeguata potenza, in grado di operare in terreni di qualsiasi natura e consistenza compresa roccia tenera in banchi; il materiale di risulta deve essere collocato al bordo dello scavo, nella posizione più idonea a non ostacolare la posa dei cavi nella fossa ed a velocizzare il successivo rinterro.

Laddove la sede dello scavo insista in banchi di roccia dura, non direttamente aggredibile dall'escavatore meccanico, è necessario coadiuvare l'operazione di scavo con la disgregazione in posto della roccia stessa affinché questa possa essere asportata dall'escavatore; a tal fine si può ricorrere all'uso di martello demolitore automontato e/o

ad altre attrezzature e metodologie, compreso l'utilizzo di piccole cariche esplosive opportunamente distribuite nella sede di scavo, ovviamente se consentite dalla situazione locale.

La metodologia alternativa ai sistemi sopra descritti, nel caso di roccia dura in banchi, che più si appropria alle condizioni logistiche complessive dell'IMPIANTO eolico, consiste nella utilizzazione di macchine operatrici munite di catena o disco dentati di escavazione (trencher) con le quali si ottengono sezioni di scavo regolari, disgregazione ottimale della risulta, automatico posizionamento di questa al bordo scavo e facilitazione della sua ricollocazione nella sede originaria.

Nel caso di esecuzione degli scavi per cavidotti in sede stradale è necessario procedere al preventivo taglio del manto stradale asfaltato mediante idonea attrezzatura.

Attraversamenti di cavidotti e condutture esistenti

Nel caso di attraversamento dei cavidotti con cavidotti e condutture sotterranee esistenti le canalizzazioni dei cavi devono essere effettuate in accordo alla documentazione tecnica di progetto.

Al fine di non danneggiare i sottoservizi presenti, lo scavo deve essere realizzato con estrema cautela, eseguendo le operazioni di completando a mano. In ogni caso l'APPALTATORE è tenuto al ripristino dei sottoservizi eventualmente danneggiati a suo totale onere e responsabilità.

a) Attraversamenti di cavidotti esistenti

Nel caso di attraversamento di cavidotti esistenti lo scavo deve essere eseguito come già descritto nel precedente Articolo "SCAVI/Scavi a sezione obbligata/Scavi per cavidotti/Attraversamento cavidotti esistenti", ovvero approfondendo lo scavo fino ad incontrare i coppi di protezione dei cavi esistenti (circa 80 cm). Sul fondo di questa trincea, all'interno di uno strato di sabbia vagliata di circa 30 cm, devono essere posati i nuovi conduttori (33 kV, fibre ottiche, corda di terra). Superiormente deve essere gettato uno strato di cls armato (calcestruzzi con classe di resistenza minima Rck 30 MPa, armatura costituita da rete elettrosaldata con maglia Ø6-10x10 cm) per uno spessore di circa 10 cm. Successivamente, lo scavo deve essere riempito con materiale arido fino al livellamento con la superficie stradale.

b) Attraversamenti dei cavidotti sopra condutture esistenti

Nei disegni tipici è indicata la posa in opera delle canalizzazioni necessarie a realizzare l'attraversamento di una tubazione (es.: acquedotto) mediante la posa di un cavidotto posto sopra la suddetta tubazione secondo quanto previsto nei disegni di progetto.

c) Attraversamenti dei cavidotti sotto condutture esistenti

Qualora si rendesse necessario effettuare un attraversamento di tubazioni mediante il posizionamento del cavidotto sotto la tubazione l'APPALTATORE deve fornire e porre in opera i necessari cavidotti la cui struttura può essere o imposta da organismi esterni o

concordata con l'APPALTATORE al fine di renderla realizzabile possibilmente senza l'utilizzo di attrezzature speciali.

In linea di massima tale strutture viene realizzata utilizzando le attività ed i materiali inclusi nel presente capitolato quali cavidotti, pozzetti, etc., con valutazione a misura.

### **7.3.8 Scavi per fondazioni in genere ed altri manufatti interrati**

Sono anch'essi scavi a sezione obbligata, con dimensioni variabili, per esecuzione di drenaggi, fognature, pozzetti, vasche, incasso per gabbionate, etc., da realizzare con macchine operatrici meccaniche ed eventualmente rifinite a mano.

### **7.3.9 Scavi per canalizzazione di corsi d'acqua**

Con questa dizione si intende ogni operazione di scavo occorrente per la rettifica, la modellazione e la correzione degli alvei, per l'insediamento ed ammorsamento di briglie, per l'appoggio delle mantellate, per l'alloggiamento di canalizzazioni.

Lo scavo deve essere eseguito con mezzi meccanici ed a mano in presenza di roccia, melma, fango, radici, etc.; è compreso l'onere per la deviazione delle acque in movimento, superficiali e freatiche, per l'esaurimento delle acque ristagnanti e ogni altro magistero atto a permettere la realizzazione delle opere di regimazione idraulica previste in progetto. Le materie provenienti dagli scavi devono essere riutilizzate per le colmate a monte delle briglie e a lato delle mantellate; eventuali eccedenze devono essere trasportate e sistemate a discarica.

### **7.3.10 Scavi a mano o con demolitore meccanico**

Vanno eseguiti solo su espressa richiesta della D.L., in casi particolari, difficoltà logistiche e/o ambientali ove non sia possibile procedere diversamente. Tali scavi possono essere spinti a qualsiasi profondità, in terreno di qualunque natura e consistenza e/o in banchi di roccia. Si precisa che per "banco di roccia" si intende un ammasso di roccia non frantumabile con benne di escavatore e/o lame/rip di bulldozer, avente caratteristiche di inamovibilità dalla sede in cui viene rinvenuto.

### **7.3.11 Scarifica di strade esistenti**

Per l'allargamento e la riprofilatura delle carreggiate delle strade esistenti e/o, se prevista, per la sostituzione delle pavimentazioni stradali, deve essere eseguita la scarifica superficiale della pavimentazione stradale per una profondità variabile da 10 a 25 cm, secondo quanto stabilito dalla D.L., allo scopo di ravvivare lo strato di ossatura sottostante, al fine di sovrapporvi il nuovo strato di soprastruttura, o per asportarlo completamente.

Con la scarifica deve anche essere asportato il materiale incoerente e smosso l'eventuale strato di tappeto di usura e/o di binder deteriorati, tutti i materiali terrosi ed i sedimenti fangosi, le erbe ed i cespugli, ogni altro materiale estraneo e non adatto a ricevere i successivi ricarichi; gli eventuali accumuli di pietrisco formati ai bordi stradali vanno rimossi. La scarifica va eseguita con mezzi meccanici idonei e, ove necessario, con mezzi manuali.

### 7.3.12 Demolizione di trovanti

I trovanti di roccia del volume superiore a mc 0,500 devono essere ridotti di dimensione fino a consentirne il trasporto alla discarica; qualunque onere e artificio è da ritenersi compreso e compensato.

Non sono considerati trovanti i massi erratici rinvenuti nello scavo quando questi, singolarmente, misurati all'interno della sezione dello scavo, non superino il volume di 0,5 mc; nessun compenso, pertanto, sarà corrisposto all'APPALTATORE per la loro asportazione, sia che a ciò sia sufficiente l'impiego dell'escavatore, sia che si renda necessaria la loro riduzione o demolizione mediante l'uso del martello demolitore.

Analogamente non sono considerati trovanti i blocchi di roccia, anche superiori a mc 0,500, derivanti da eventuali precedenti operazioni di frantumazione meccanica di banchi di roccia.

### 7.3.13 Palancolate

Ove la D.L. lo richieda, per il contenimento delle pareti degli scavi a sezione obbligata che - per determinata metodologia e programmazione dei lavori - debbono restare aperti al lungo ed anche consentire la presenza e l'attività delle maestranze, l'APPALTATORE deve provvedere alla palancolatura, totale o parziale, del bordo dello scavo secondo lo sviluppo che deve essere concordato con la D.L.

Le palancole da utilizzare devono essere del tipo Larssen, in acciaio sagomato per il mutuo incastro degli elementi, della lunghezza variabile da cinque a 9 m, in ogni caso adatte a sostenere fronti di scavo dell'altezza di 3 m ed oltre, in terreni spingenti e/o sciolti; il tipo delle palancole deve peraltro soddisfare, per caratteristiche di resistenza e dimensioni, i risultati dei calcoli statici specificatamente elaborati a cura a cura dell'APPALTATORE e previa accettazione della COMMITTENTE. Le palancole devono essere infisse, e successivamente estratte, per vibro-percussione utilizzando appositi macchinari; al bordo dello scavo delimitato dalla palancolatura deve essere posta un'adeguata protezione antinfortunistica.

## 8. RINTERRI E COLMATE - RILEVATI E SOPRASTRUTTURE

### 8.1 RINTERRI E COLMATE

Gli scavi di fondazione in genere, di fognature, di canalizzazioni etc., che non sono occupati da strutture o rinfianchi di sorta, ad opera ultimata devono essere riempiti (rinterrati), fino alla quota prevista dagli elaborati di progetto, utilizzando i materiali provenienti dagli scavi, se vengono considerati idonei dalla D.L.; solo in casi particolari la D.L. può disporre l'esecuzione dei rinterrati con materiale diverso da quello proveniente dagli scavi, precisandone tipo e provenienza.

I rinterrati e le colmate sono oggetto di prove e verifiche secondo quanto previsto nel presente Capitolato di cui all'Articolo PROVE E VERIFICHE.

Il materiale per i rinterrati deve essere steso a strati orizzontali di spessore non superiore a 25 cm di altezza e compattato, tenendo presente che l'ultimo strato costipato consenta il deflusso delle acque meteoriche verso la zona di compluvio, e/o sia profilato secondo quote e pendenze longitudinali e trasversali previste in progetto o disposte in loco dalla D.L. Si deve evitare la formazione di contropendenze, di sacche e ristagni. Si dovrà inoltre porre massima attenzione affinché nelle operazioni di rinterro e riempimento venga usata ogni diligenza poiché la loro esecuzione proceda per strati orizzontali di eguale altezza, disponendo contemporaneamente le materie ben sminuzzate con la maggiore regolarità e precauzione, in modo da caricare uniformemente le murature su tutti i lati e da evitare le sfiancature che potrebbero derivare da un carico male distribuito.

Le materie trasportate in rilievo o rinterro con vagoni, automezzi o carretti non potranno essere scaricate direttamente contro le murature, ma dovranno depositarsi in vicinanza dell'opera per essere riprese poi e trasportate con carriole, barelle ed altro mezzo, purché a mano, al momento della formazione dei suddetti rinterrati.

È vietato addossare terrapieni a murature di fresca costruzione.

L'APPALTATORE dovrà consegnare i rilevati con scarpate regolari e spianate, con i cigli bene allineati e profilati e compiendo a sue spese, durante l'esecuzione dei lavori e fino al collaudo, gli occorrenti ricarichi o tagli, la ripresa e la sistemazione delle scarpate e l'espurgo dei fossi.

Nella esecuzione dei rinterrati attorno ai plinti degli aerogeneratori deve essere posta particolare cura per la collocazione del/dei cavidotto/i che si innestano nei plinti stessi.

Nella esecuzione di eventuali colmate a schermatura delle piazzole degli aerogeneratori se ne devono maggiorare utilmente le dimensioni affinché con l'assestamento del materiale si pervenga alle dimensioni prescritte in progetto.

L'APPALTATORE non può sospendere l'esecuzione delle colmate senza che siano state date alle stesse configurazioni tali da assicurare lo scolo delle acque meteoriche.

Per drenaggi o fognature si dovranno scegliere le pietre più grosse e regolari e possibilmente a forma di lastroni quelle da impiegare nella copertura dei sottostanti pozzetti o cunicoli; oppure infine negli strati inferiori il pietrame di maggiore dimensione, impiegando nell'ultimo strato superiore pietrame minuto, ghiaia o anche pietrisco per impedire alle terre sovrastanti di penetrare e scendere otturando così gli interstizi tra le pietre. Sull'ultimo strato di pietrisco si dovranno pigiare convenientemente le terre con le quali dovrà completarsi il riempimento dei cavi aperti per la costruzione di fognature e drenaggi.

### 8.1.1 Rilevati aridi e soprastrutture per piazzole e strade

In questo capitolo si fa riferimento alla CNR UNI 10006 che era diventata UNI EN 10006 nel 2002 e che attualmente è stata ritirata e sostituita da: UNI EN 13242:2008, UNI EN 13285:2004 e UNI 14688-1:2003. In realtà questo è stato fatto per armonizzare le norme in ambito europeo. Tutti i laboratori italiani continuano a fare la classificazione delle terre come materiali da costruzione utilizzando la UNI 10006:2002 perché è l'unica in grado di fornire indicazioni utili per il progettista.

L'esecuzione dei corpi di rilevato e delle soprastrutture (ossatura di sottofondo) per strade e per le piazzole di alloggiamento degli aereogeneratori deve avvenire coerentemente ai disegni ed alle prescrizioni di progetto, nonché alle disposizioni impartite in loco dalla D.L. e secondo quanto previsto nel presente Capitolato di cui all'Articolo PROVE E VERIFICHE.

È richiesta particolare attenzione nella preliminare gradonatura dei piani di posa, nella profilatura esterna dei rilevati e nella conformazione planimetrica delle soprastrutture, specie nelle piazzole.

Ove queste ultime si posano su sottofondo ottenuto mediante scavo di sbancamento, allorché la compattazione del terreno in sito non raggiunge il valore prefissato, ed ovunque lo richieda la D.L., si deve provvedere alla bonifica del sottofondo stesso mediante sostituzione di materiale, come previsto al successivo punto "Bonifica e sottofondi".

La D.L. può ordinare all'APPALTATORE l'esecuzione di rilevati, riempimenti od altro tipo d'interventi, sia all'interno sia all'esterno del cantiere, anche non previsti in progetto, con l'utilizzo del medesimo tipo di materiale e dello stesso grado di compattazione definiti nel presente articolo.

### **8.1.1.1 Rilevati aridi**

Per la formazione dei rilevati L'APPALTATORE deve utilizzare terre appartenenti ai gruppi A1, A2-4, A2-5 e A3 di cui alla norma CNR-UNI 10006, provenienti da scavi o cave.

L'utilizzo di terre provenienti dagli scavi, escluse quelle di scotico della coltre superficiale, deve essere avvallato dalla D.L. prima del loro impiego; il loro uso può essere subordinato a trattamenti di correzione delle caratteristiche geomeccaniche che possono desumersi dal progetto esecutivo o che possono essere ordinate dalla D.L. in corso d'opera in funzione della caratterizzazione del materiale individuate mediante prove di Laboratorio.

La composizione granulometrica, nonché le caratteristiche del materiale, saranno sistematicamente controllate in cantiere durante l'esecuzione del lavoro mediante analisi granulometrica da eseguirsi a discrezione della D.L.;

Per il dettaglio dei materiali e delle relative modalità di posa in opera e delle fasi costruttive fare riferimento principalmente a quanto riportato negli elaborati di progetto; per quanto ivi non riportato valgono le indicazioni contenute nel presente capitolato speciale, nelle normative vigenti e nella buona regola d'arte cui la D.L. fa riferimento nell'imporre eventuali ordini di servizio.

L'esecuzione del rilevato può iniziare solo quando il terreno in sito risulta scoticato, gradonato e costipato con uso di rullo compressore adatto alle caratteristiche del terreno; il costipamento può ritenersi sufficiente quando viene raggiunto il valore di capacità portante corrispondente ad un Modulo di deformazione "Md" di almeno 300 kg/cm<sup>2</sup>, da determinarsi mediante prove di carico su piastra, con le modalità riportate nel seguito, e con frequenza di una prova ogni 500 mq di area trattata o frazione di essa.

### **8.1.1.2 Soprastrutture per piazzole e strade**

Per la formazione della soprastruttura per piazzole e strade si deve utilizzare esclusivamente il misto granulare di cava Tipo "A" di cui al prospetto III della norma CNR-UNI 10006. L'esecuzione della soprastruttura può avvenire solo quando il relativo piano di posa risulta regolarizzato, privo di qualsiasi materiale estraneo, costipato fino ai previsti valori di capacità portante (pari ad un "Md" di almeno 300 kg/cm<sup>2</sup> per piani di sbancamento o bonifica, e pari ad un "Md" di almeno 800 kg/cm<sup>2</sup> per piani ottenuti con rilevato) da determinarsi mediante prove di carico su piastra con la frequenza sopra definita.

Durante l'esecuzione dei rilevati e delle soprastrutture la COMMITTENTE si riserva il diritto di verificare in ogni momento la qualità del materiale utilizzato e, se del caso, ordinare l'analisi caratteristica dei materiali presso un Laboratorio Ufficiale a cura e spese dell'APPALTATORE.

Sia nell'esecuzione dei rilevati che delle soprastrutture il materiale deve essere steso a strati di 20-25 cm d'altezza, secondo quanto stabilito nei disegni di progetto, compattati, tenendo presente che l'ultimo strato costipato consenta il deflusso delle acque meteoriche verso le zone di compluvio, e rifilato secondo progetto.

Il costipamento di ogni strato di materiale deve essere eseguito con adeguato rullo compressore previo eventuale innaffiamento o ventilazione fino all'ottimo di umidità.

Il corpo di materiale può dirsi costipato quando ai vari livelli viene raggiunto il valore di "Md" pari almeno a quello richiesto, da determinarsi mediante prova di carico su piastra con le modalità di seguito descritte; per il primo strato di soprastruttura è richiesto un Md di almeno 800 kg/cm<sup>2</sup> mentre per il secondo strato un Md di almeno 1000 kg/cm<sup>2</sup>.

### 8.1.1.3 Prove di carico

Il controllo delle compattazioni è eseguito secondo quanto previsto nel presente Capitolato di cui all'Articolo PROVE E VERIFICHE, mediante una prova di carico su piastra a doppio ciclo.

A costipamento avvenuto, se i controlli risultano favorevoli, si dà luogo a procedere allo stendimento ed alla compattazione dello strato successivo.

La determinazione del Modulo di deformazione (ved. Norme CNR-UNI 10006 e Bollettino Ufficiale del CNR, Anno I, n° 9, Dic. 1967) deve essere effettuata in corrispondenza del primo ciclo di carico ed i valori di Md sono valutati in corrispondenza dell'intervallo 0,5 – 1,5 Kg/cm<sup>2</sup> per il terreno in sito (scoticato) e 2,5 – 3,5 Kg/cm<sup>2</sup> per il rilevato. Gli incrementi successivi di carico, nelle prove di tutti gli strati, devono essere di 0,5 Kg/cm<sup>2</sup> iniziando da 0,5 e proseguendo poi fino a 3,5 Kg/cm<sup>2</sup>.

Il passaggio al carico immediatamente superiore a quello in esame viene consentito quando il cedimento è inferiore a 0,05 mm dopo tre minuti di applicazione del carico. Le prove effettuate devono essere rappresentate mediante diagramma pressioni-cedimenti.

Il peso del contrasto per le prove deve essere di ca. 5 t.

Per determinare il Md viene adottata la seguente formula:

$$Md = f_o \times \phi \times D_p / D_s, \text{ dove:}$$

$f_o$  = 1 per piastre circolari

$p$  = carico unitario trasmesso dalla piastra al terreno (in Kg/cm<sup>2</sup>)

$s$  = cedimento della piastra di carico circolare sottoposta alla pressione "p" (in cm)

$D_p$  = differenza di carico unitario fra due successivi incrementi di carico, (in Kg/cm<sup>2</sup>)

$D_s$  = differenza di cedimento della piastra di carico circolare, sottoposta all'incremento di carico

$\phi$  = diametro delle piastre (cm 30)

Per le misure dei cedimenti devono essere impiegati tre comparatori centesimali disposti a 120°C, ancorati a profilati di rinvio, appoggiati ad almeno 1 metro di distanza dalla piastra e dagli appoggi del carico di contrasto.

Il dinamometro del martinetto deve essere sufficientemente sensibile per apprezzare con precisione i valori dei gradini di carico.

Nell'esecuzione della prova la piastra si deve porre su superficie piana ed orizzontale.

Prove di compattazione

In aggiunta alle prove di carico, se le caratteristiche e le dimensioni degli elementi costituenti il materiale lo consentono, il corpo di materiale può dirsi costipato quando la percentuale di costipamento rispetto alla densità secca max. A.A.S.T.H.O. modificata raggiunge il 95% in ogni punto del rilevato o della soprastruttura.

Il controllo viene effettuato confrontando la densità secca in sito del rilevato o della soprastruttura con la densità secca max. del materiale ottenuta con la prova A.A.S.T.H.O. modificata in relazione alla massima dimensione degli elementi costituenti il materiale.

I controlli devono essere eseguiti su ogni strato, in contraddittorio, a richiesta della D.L., con le seguenti modalità:

- n. 4 prove di Densità in sito;
- n. 2 prove Densità max. A.A.S.T.H.O. modificata.

Alla fine della fase di montaggio ed avviamento degli aerogeneratori -obiettivo a) richiamato nel precedente Art.1.2 "OGGETTO DEI LAVORI" l'APPALTATORE deve procedere alla regolarizzazione e rullatura della soprastruttura di piazzole e strade realizzate al fine di procedere alle rifiniture previste nella Fase 3 di cui al precedente Articolo già citato; la rullatura deve essere tale da raggiungere la costipazione già ottenuta nella fase precedente con un Md di almeno 1000 kg/cm<sup>2</sup>.

La D.L. può richiedere il medesimo intervento su strade già esistenti ed oggetto di transito, ma sconnesse, al fine di migliorarne le caratteristiche di transitabilità.

## **8.2 RILEVATI PER ARGINI DI BRIGLIE, PER TOMBAMENTI, PER SCHERMATURE ETC., IN AREE NON OCCUPATE DA PIAZZOLE E STRADE**

Per la formazione dei rilevati costituenti gli argini di briglie a bacino sui corsi d'acqua, per schermature morfologiche delle piazzole o costituenti riempimenti a ridosso di opere di tombamento fossi, di zone depresse o di aree da regolarizzare, devono essere impiegati, per quanto possibile e se giudicati idonei dalla D.L., i materiali provenienti dagli scavi dei piazzali, opportunamente selezionati.

Nel caso in cui detti materiali non risultassero idonei, le materie occorrenti devono essere approvvigionate prelevandole da cave di prestito reperite dall'APPALTATORE ed

approvate dalla Direzione Lavori secondo quanto previsto nel presente Capitolato di cui all'Articolo PROVE E VERIFICHE.

È obbligo dell'APPALTATORE, escluso qualsiasi compenso, di dare ai rilevati, durante la loro costruzione, quelle maggiori dimensioni richieste dall'assestamento delle terre affinché, al momento del collaudo, i rilevati eseguiti presentino dimensioni non inferiori a quelle prescritte.

Il rilevato deve essere messo in opera in strati dello spessore di 30 cm, lievemente inclinati verso monte e costipati meccanicamente mediante idonei rulli a punta od a griglia, o pneumatici zavorrati, o con piastre vibranti, regolando il numero dei passaggi e l'umidità tramite ventilazione o innaffiamento in modo da ottenere una Densità secca pari almeno al 90% di quella A.A.S.T.H.O. modificata. Il controllo del costipamento viene effettuato secondo quanto previsto nel presente Capitolato di cui all'Articolo PROVE E VERIFICHE.

In alternativa, il rilevato può dirsi costipato allorché in corrispondenza di ciascuno strato si ottenga un modulo di deformazione  $M_d$  superiore a 400 Kg/cm<sup>2</sup>, da determinarsi mediante prova di carico su piastra nell'intervallo di carico 2,5 – 3,5 Kg/cm<sup>2</sup>, da eseguirsi secondo le modalità descritte al precedente punto "Rilevati aridi e soprastrutture per piazzole e strade".

Ogni strato deve essere costipato nel modo richiesto prima di procedere a ricoprirlo con altro strato, e deve avere superiormente la sagoma della monta richiesta per l'opera finita, così da evitare ristagni e danneggiamenti.

Non si può sospendere la costruzione del rilevato, qualunque sia la causa, senza che ad esso sia stata data una configurazione tale da assicurare lo scolo delle acque meteoriche. Nella ripresa del lavoro il rilevato già eseguito deve essere espurgato dalle erbe e cespugli che vi fossero nati, nonché configurato a gradoni, praticandovi inoltre dei solchi per il collegamento delle nuove materie con quelle impiegate in precedenza.

Prima di procedere alla formazione del rilevato deve, con la massima cura, essere preparato e scoticato il piano d'appoggio, che deve essere inoltre tagliato a dentelli. Ove prevista deve essere eseguita la profilatura delle sezioni d'imposta secondo le indicazioni di progetto o della D.L.

## **9. DEMOLIZIONI - SCALPELLATURE - SMANTELLAMENTI**

### **9.1 DEMOLIZIONE ANDANTE DI STRUTTURE IN C.A., MURATURE E CALCESTRUZZI**

Le demolizioni di murature, calcestruzzi semplici ed armati, etc. debbono essere eseguite con ordine e con le necessarie precauzioni (puntellature, procedimenti a campione, etc.) onde prevenire infortuni agli addetti ai lavori e/o a terzi e danni alle infrastrutture. Le demolizioni debbono limitarsi alle opere previste in progetto e/o prescritte dalla D.L. e debbono essere eseguite sempre con martelli demolitori applicati ad escavatore o a mano e comunque con modalità idonee e concordate con la D.L., sussistendo tassativamente il diniego sull'uso di materiali esplosivi. Resta a carico dell'APPALTATORE il ripristino e la ricostruzione di opere o parti delle stesse demolite in misura maggiore o danneggiate. La D.L. può prescrivere che le demolizioni siano spinte sino a raggiungere la parte sana delle strutture originali, senza che gli eventuali dati indicativi di progetto possano essere impugnati dall'APPALTATORE per sollevare eccezioni o per chiedere compensi che non siano il pagamento a prezzi contrattuali del lavoro eseguito.

I materiali di risulta, non riutilizzabili in cantiere, devono essere collocati a sistemazione definitiva, secondo quanto precisato all'Articolo "DISCARICHE".

### **9.2 ESECUZIONE DI FORI IN STRUTTURE IN C.A. O CALCESTRUZZO**

Ove richiesto dalla D.L., l'APPALTATORE deve provvedere all'esecuzione di fori, anche passanti, entro strutture esistenti in calcestruzzo semplice ed armato. Devono essere utilizzati utensili elettrici rotativi idonei alla perforazione/carotaggio del c.a., eventualmente corredati di aste aggiuntabili, in grado di consentire l'esecuzione dei fori con diametri fino a 250-300 mm.

È a carico dell'APPALTATORE la fornitura ed il montaggio di eventuali ponteggiature metalliche per la formazione dei piani di appoggio delle macchine per l'esecuzione dei fori.

I materiali di risulta devono essere collocati a sistemazione definitiva, secondo quanto precisato all'Articolo "DISCARICHE".

### **9.3 SCALPELLATURE DI SUPERFICI IN CALCESTRUZZO**

La scalpellatura di superfici in calcestruzzo va eseguita con mezzi manuali o meccanici, fino allo spessore indicato dalla D.L.; ad avvenuta uniforme scalpellatura tutta la superficie deve essere lavata con acqua chiara e/o soffiata per predisporla al successivo

collegamento con altro getto di calcestruzzo. I materiali di risulta non riutilizzabili in cantiere devono essere convogliati a discarica come precisato all'Art. "DISCARICHE".

Le operazioni di demolizione delle condotte di scarico devono altresì avvenire con l'osservanza da parte dell'Appaltatore delle norme di protezione ambientali e degli operatori di cantieri per quanto riguarda la possibilità di inalazione di biogas o miasmi dannosi o tossici per la salute umana.

#### **9.4 SMANTELLAMENTO DI RECINZIONE ESISTENTE, CANCELLI, ETC.**

Ove previsto in progetto o richiesto dalla D.L., l'APPALTATORE deve eseguire lo smantellamento di recinzione esistente in rete metallica (con pali metallici o in c.a.v.) o in filo spinato con relativi pali nonché dei relativi cancelli.

I materiali provenienti dagli smantellamenti devono essere stoccati in apposite aree e/o conferite a discarica secondo quanto disposto dalla D.L.

#### **9.5 FRESATURA E TAGLIO DI PAVIMENTAZIONI STRADALI**

Ove richiesto si procederà con la fresatura della pavimentazione stradale esistente eseguita con apposita macchina a "fresa rotativa", compreso l'onere per carico, scopatura, trasporto e scarico dei materiali di risulta alle discariche per la perfetta pulizia del piano di posa della futura pavimentazione bituminosa, il tutto eseguito a perfetta regola d'arte, spinta fino alla profondità necessaria e per qualsiasi superficie, compreso l'onere per il trasferimento in loco della macchina a fresa rotatrice. È altresì compreso l'onere di carico su mezzi idonei ed il trasporto dei materiali di risulta a discarica autorizzata; l'onere della stessa a carico della ditta appaltatrice. Si dovrà inoltre produrre alla D.L. la certificazione di scarico rilasciata dalla discarica.

Il taglio di pavimentazione in conglomerato bituminoso o pietrischetto bitumato o asfalto compresso o asfalto colato andrà eseguito con macchina a disco diamantato compreso e compensato ogni onere e magistero per evitare lo strappo dei lembi della pavimentazione a seguito della successiva fase di scavo. Nel caso di sgretolamenti si procederà a rettificare nuovamente il taglio.

## 10. CALCESTRUZZI

Il presente capitolo tratta delle strutture in conglomerato cementizio armato e dei consolidamenti delle strutture esistenti in conglomerato cementizio armato.

In particolare, vengono trattate le modalità per l'accettazione del calcestruzzo e dell'acciaio per strutture in conglomerato cementizio armato e dei materiali per il consolidamento, sia superficiale che strutturale.

### 10.1 REQUISITI GENERALI DI BASE PER I COMPONENTI (INGREDIENTI)

#### 10.1.1 Cementi

Per la confezione dei calcestruzzi destinati alla realizzazione di tutte le tipologie di manufatti in c.a. potranno essere impiegati unicamente cementi provvisti di marcatura CE (certificato di conformità rilasciato da un organismo europeo notificato - ad una norma armonizzata della serie UNI EN 197 ovvero ad uno specifico Benestare Tecnico Europeo (ETA)) che soddisfino i requisiti di accettazione previsti dalla normativa di riferimento UNI EN 197/1-2006.

Se è prevista una classe di esposizione all'aggressione solfatica (classe di esposizione ambientale XA in accordo alla UNI-EN 206-1) sarà necessario utilizzare cementi resistenti ai solfati in accordo alla UNI 9156 o relative norme europee. La classe di resistenza al solfato del cemento verrà scelta in accordo a quanto suggerito dalla norma UNI 8981-2.

Se è prevista una classe di esposizione all'aggressione da acque dilavanti (classe di esposizione ambientale XA in accordo alla UNI-EN 206-1) sarà necessario utilizzare cementi resistenti al dilavamento in accordo alla UNI 9606. La classe di resistenza al dilavamento del cemento verrà scelta in accordo a quanto suggerito dalla norma UNI 8981-3.

L'esigenza di eseguire getti monolitici di grandi dimensioni potrà richiedere l'impiego di cementi a basso sviluppo di calore denominati Low Heat: LR conformi ai requisiti specificati al punto 7 e al punto 9.2.3 della norma UNI-EN 197-1-2006.

Per eliminare il possibile rischio di reazioni alcali-aggregato potrà essere utilizzato cemento pozzolanico alle ceneri volanti (tipo IV/A o IV/B) o d'altoforno (tipo III/A o III/B). In alternativa si potrà utilizzare qualsiasi tipo di cemento purché il contenuto totale di alcali (come Na<sub>2</sub> o equivalente) nel calcestruzzo risulti inferiore a 3 kg/m<sup>3</sup>.

Per strutture facciavista durante l'intera fornitura dovrà essere utilizzato cemento proveniente dalla stessa cementeria. Inoltre, il calcestruzzo destinato ad uno stesso elemento strutturale deve essere confezionato con cemento di una stessa partita. Per le

strutture facciavista bianche o colorate il calcestruzzo dovrà essere realizzato con cemento bianco.

Il cemento utilizzato dovrà essere conforme a quanto stabilito dal Decreto del Ministero della Salute del 10.05.2004 in particolare per quanto attiene ai limiti di cromo VI imposti dall'Allegato al punto 44.1.

Il produttore di calcestruzzo deve esibire, nel Dossier di Prequalifica degli Impasti e ogniqualvolta la D.L. ne faccia richiesta i certificati di conformità dei cementi utilizzati nella confezione del conglomerato.

In fase di aggiudicazione della fornitura di calcestruzzo, l'aggiudicatario dovrà inviare "La scheda di Sicurezza" predisposta ai sensi dei Decreti legislativi 3 febbraio 1997, n. 52, e 14 marzo 2003, n. 65, e successive modifiche (cfr. D.Lgs. 81/2008 e ss. mm. e ii, Titolo IX – Sostanze pericolose, Capo I – Protezione da agenti chimici, art. 223 – Valutazione dei Rischi).

### 10.1.2 Aggiunte

È consentito per la produzione del calcestruzzo l'impiego di aggiunte minerali di tipo I e II in accordo alla UNI-EN 206-1. In particolare, per le aggiunte di tipo I si farà riferimento alla norma UNI EN 12620 e UNI 8520/2.

Per le aggiunte di tipo II (ceneri volanti e fumi di silice) si farà riferimento alla UNI 11104 punto 4.2 (solo Italia) e UNI EN 206-1 punto 5.1.6 e punto 5.2.5.

Il produttore di calcestruzzo dovrà attestare la conformità delle aggiunte utilizzate producendo opportuna certificazione rilasciata da un Laboratorio autorizzato di cui all'art. 59 del D.M. 38012001 da presentare a corredo del dossier di prequalifica degli impasti e, in seguito, ogni qualvolta la D.L. ne faccia richiesta.

### 10.1.3 Ceneri volanti

Per la produzione del calcestruzzo sono ammesse unicamente le ceneri volanti conformi alla UNI EN 450- I provviste di marcatura CE. Le ceneri volanti per il confezionamento di calcestruzzi destinati a strutture facciavista e pavimentazioni industriali dovranno contenere un tenore di incombusto inferiore al 3%. L'utilizzo di ceneri volanti non conformi alla UNI EN 450-1 è ammesso unicamente previa autorizzazione della D.L. e soltanto, quando per l'impossibilità di approvvigionarsi di sabbie fini il calcestruzzo necessita di un miglioramento delle proprietà reologiche finalizzato alla riduzione della segregazione e/o alla facilitazione delle operazioni di pompaggio. In queste situazioni le ceneri non conformi verranno trattate alla stregua delle aggiunte inerti e il loro dosaggio sarà limitato a 45 kg/m<sup>3</sup>. Ceneri non conformi alla UNI EN 450 non possono essere impiegate in calcestruzzi destinati alle classi di esposizione XF1, XF2, XF3 e XF4, in

calcestruzzi facciavista, in conglomerati per pavimentazioni industriali e per la produzione di conglomerati autocompattanti.

Per il calcolo del rapporto aie equivalente, in Italia, il coefficiente k per le ceneri conformi alla UNI-EN 450-1 verrà desunto dalle indicazioni riportate al punto 5.2.5.2 della UNI-EN 206-1 e dal prospetto 3 della UNI 11104, qui di seguito riportato per comodità.

Valori del coefficiente k per ceneri volanti conformi alla UNI EN 450 (prosp.3, UNI 11104)

TIPO DI CEMENTO	CLASSI DI RESISTENZA	VALORI DI k
CEM I	32.5 N, R	0,2
CEM I	42.5N, R 52.5 N, R	0.4
CEM IIA	32.5 N, R 42.5 N, R	0.2
CEM IIIA	32.5 N, R 42.5 N, R	0.2
CEM IVA	32.5 N, R 42.5 N, R	0.2
CEM VA	32.5 N, R 42.5 N, R	0.2

Tabella 1

Generalmente l'impiego di cenere volante è previsto in parziale sostituzione solo dei cementi di tipo I e II/A. L'impiego di cenere volante in parziale sostituzione di cementi tipo III B, III, IV e V è subordinato ad una verifica dei tempi di presa e di indurimento del calcestruzzo in funzione anche delle temperature esistenti in cantiere al momento del getto. Pertanto, tale impiego è condizionato da una preventiva approvazione della D.L.

Nella valutazione preliminare delle miscele (controllo di conformità), nella prequalifica (ove prevista) e nelle verifiche periodiche da eseguirsi su richiesta della D.L., andrà comunque accertato che: l'aggiunta di ceneri praticata non comporti un incremento della richiesta di additivo, per ottenere la stessa fluidità dell'impasto privo di ceneri, maggiore dello 0,4%. Si potrà operare in deroga a questa prescrizione, previa approvazione della D.L., se l'incremento del dosaggio di additivo non determina significativi ritardi nei tempi di presa e di indurimento del calcestruzzo; il dosaggio dell'additivo aerante (ove richiesto) in presenza di ceneri volanti sia sufficiente a garantire i requisiti prestazionali richiesti per la miscela in termini di aria inglobata e di spacing.

Il produttore di calcestruzzo deve esibire, nel Dossier di Prequalifica degli Impasti, e ogniqualvolta la D.L. ne faccia richiesta, i certificati di conformità delle ceneri volanti utilizzate nel confezionamento del conglomerato.

#### 10.1.4 Fumo di silice

Per la produzione del calcestruzzo è ammesso unicamente l'impiego di microsilici (o fumi di silice) che rispondono ai requisiti fissati dalle norme UNI EN 13263 parte I e II, provvisti di marcatura CE.

Il fumo di silice può essere utilizzato in polvere o di "slurry". Se impiegato in questa ultima forma nel calcolo del rapporto a/c equivalente dell'impasto occorrerà conteggiare il quantitativo di acqua derivante dalla sospensione contenente fumo di silice. Per il coefficiente k del fumo di silice valgono le disposizioni di cui al punto 5.2.5.2.3 della norma UNI-EN 206.

Il produttore di calcestruzzo deve esibire, nel Dossier di Prequalifica degli Impasti, e ogniqualvolta la D.L. ne faccia richiesta, i certificati di conformità del fumo di silice utilizzato nella confezione del conglomerato.

#### 10.1.5 Filler calcarei

I filler calcarei, ai fini dell'utilizzazione nel calcestruzzo come aggiunte di tipo I, devono essere conformi alla UNI EN 12620 e UNI 8520/2.

Il produttore di calcestruzzo deve esibire, nel Dossier di Prequalifica degli Impasti, e ogniqualvolta la D.L. ne faccia richiesta, i certificati di conformità del filler utilizzato nella confezione del conglomerato.

#### 10.1.6 Aggregati

Gli aggregati utilizzabili, ai fini della confezione del calcestruzzo, debbono possedere marcatura CE secondo quanto previsto dalla Direttiva 89/106/CEE e dal D.P.R. 246 del 21.4.1993. In particolare, per calcestruzzo strutturale sono richiesti aggregati con sistema di attestazione 2+; per calcestruzzo non strutturale il livello di conformità richiesto è quello del sistema di attestazione 4, così come previsto dal punto 11.2.9.2 delle Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M 17/01/2018) e s.m e i.

Gli aggregati debbono essere conformi alla UNI-EN 12620 e alla norma UNI 8520 parte 2 che contiene le istruzioni complementari per l'applicazione in Italia della UNI-EN 12620.

Non potranno essere utilizzati nel confezionamento del calcestruzzo aggregati con assorbimento d'acqua (UNI-EN 1097-6) maggiore del 2,5%. Per aggregati destinati alla realizzazione di calcestruzzi per opere ricadenti nella classe di esposizione XF l'assorbimento di acqua dovrà risultare inferiore all'1%. Per assorbimenti di acqua

maggiori di questo valore dovrà essere valutata la resistenza al gelo dell'aggregato mediante prova diretta di gelo-disgelo o indiretta in soluzione di solfato di magnesio, in accordo alla metodologia prevista rispettivamente dalla norma UNI -EN 1367-1 e UNI-EN 1367-2. Le classi di resistenza al gelo suggerite per gli aggregati in funzione della classe di esposizione ambientale cui la struttura sarà esposta in servizio vengono riportate nella Tabella seguente.

CLASSE DI ESPOSIZIONE AMBIENTALE	CLASSE DI RESISTENZA AL GELO DELL'AGGREGATO
XF1	F4 MS35
XF2, XF3	F2 MS25

Tabella 2

Per la confezione del calcestruzzo potranno essere utilizzati esclusivamente aggregati con massa volumica media del granulo in condizioni s.s.a. pari o superiore a 2.600 kg/m<sup>3</sup>. Per i calcestruzzi con classe di resistenza caratteristica a compressione maggiore di C50/60 dovranno preferibilmente essere utilizzati aggregati di massa volumica maggiore di 2.750 kg/m<sup>3</sup>.

Per gli aggregati destinati al confezionamento di calcestruzzi per strutture facciavista o per pavimentazioni il limite nel contenuto di impurezza organica leggere negli aggregati viene fissato pari allo 0,25% e allo 0,05% rispettivamente per gli aggregati fini e grossi.

Sarà onere del produttore di calcestruzzo eseguire con frequenza trimestrale il controllo delle sostanze indesiderabili negli aggregati e, in particolare il contenuto di solfati, di zolfo totale, di zolfo in forma di solfuri ossidabili, nonché la potenziale reattività agli alcali degli aggregati. Questi controlli si rendono necessari, indipendentemente dalla frequenza sopramenzionata, ogni qual volta si verifica un cambio nel fornitore degli aggregati o quando il banco di cava presenta caratteristiche geologiche significativamente diverse dalle partite di roccia già analizzate.

Per la confezione del calcestruzzo, dovranno essere impiegati aggregati appartenenti ad almeno tre classi granulometriche diverse. Per i calcestruzzi con classe di resistenza superiore alla C32/40, le classi granulometriche dovranno essere almeno pari a quattro. La percentuale di impiego di ogni singola classe granulometrica verrà stabilita dal produttore con l'obiettivo di conseguire i requisiti di lavorabilità e di resistenza alla segregazione di cui al presente capitolo. La curva granulometrica ottenuta dalla combinazione degli aggregati disponibili, inoltre, sarà quella capace di soddisfare le esigenze di posa in opera

richieste dall'impresa (ad esempio, pompabilità), di ridotta tendenza alla segregazione e quelle di resistenza meccanica a compressione e di durabilità richieste per il conglomerato. Per definizione il diametro massimo di un aggregato ( $D_{max}$ ) si identifica con l'apertura del setaccio, appartenente alla serie base completata con la serie I, oppure II, previste dalla EN 12620, cui corrisponde un trattenuto inferiore al 10%:

8 - 11 - 16 - 22 - 32 - 45 - 63 mm (serie base + serie 1)

8 - 12 - 16 - 20 - 32 - 40 - 63 mm (serie base + serie 2)

Non si accettano per la confezione del conglomerato pietrischetti, pietrischi e graniglie contenenti un tenore di elementi piatti o allungati (stimati attraverso l'indice di appiattimento: UNI-EN 933-3) superiore al 15% in massa.

Per calcestruzzi destinati a strutture facciavista durante l'intera fornitura dovranno essere impiegati aggregati identici per natura, classi granulometriche e cava di provenienza.

Il produttore di calcestruzzo deve esibire nel Dossier di Prequalifica degli Impasti, quanto prescritto di legge circa i certificati di conformità degli aggregati utilizzati nel confezionamento del conglomerato e comunque ogniqualvolta la D.L. ne faccia richiesta.

La D.L. si riserva la facoltà di prelevare presso l'impianto del fornitore campioni di aggregato, sia in forma di misto che in forma di singole frazioni granulometriche, nelle quantità ritenute dalla stessa necessarie per eventuali verifiche o prove di laboratorio richiedendo la relativa dichiarazione di marcatura CE.

In linea di massima l'impiego di aggregati di riciclo deve essere escluso dal confezionamento del conglomerato salvo diversi accordi da stabilirsi con la D.L. In tal caso, l'uso di aggregati grossi provenienti da riciclo, secondo i limiti di cui al Paragrafo 11.2.9.2 in Tabella 11.2.III delle Norme Tecniche (D.M. 17/01/12018), è ammesso. In ogni caso, non è consentito l'impiego di aggregati di riciclo per calcestruzzi destinati ad opere che ricadono nella classe di esposizione ambientale XF in accordo alla EN 206-1 e alla UNI 11104.

### 10.1.7 Acqua di impasto

Per la produzione del calcestruzzo dovranno essere impiegate le acque potabili e quelle di riciclo conformi alla UNI EN 1008:2003. Per calcestruzzi destinati a strutture faccia vista o a pavimentazioni e per i conglomerati auto compattanti non è ammesso l'utilizzo di acque di riciclo, ma solo di acqua potabile.

Il produttore di calcestruzzo deve esibire, nel Dossier di Prequalifica degli Impasti, e ogniqualvolta la D.L. ne faccia richiesta i certificati di conformità dell'acqua di impasto utilizzata nel confezionamento del conglomerato.

### 10.1.8 Additivi

Gli additivi per il confezionamento del calcestruzzo debbono possedere il marchio CE e debbono essere conformi, ognuno per la propria categoria di appartenenza, ai requisiti imposti dai rispettivi prospetti della norma UNI EN 934-2. Al produttore di calcestruzzo è demandata la verifica dei dosaggi ottimali di additivo per conseguire le prestazioni reologiche e meccaniche richieste oltre che per evitare eventuali indesiderati effetti legati ad anomali intrappolamenti di aria nell'impasto o a eccessivi fenomeni di ritardo o anticipo sui tempi di presa e di indurimento del calcestruzzo. In via del tutto generale, si consiglia per la produzione degli impasti il ricorso costante ad additivi riduttori di acqua (conformi al prospetto 2 della norma UNI EN 934-2) o riduttori di acqua ad alta efficacia (conformi ai prospetti 3.1 e 3.2 della norma UNI EN 934-2) al fine di limitare il contenuto di acqua di impasto e conseguentemente migliorare sia la stabilità dimensionale del calcestruzzo che la resistenza alla fessurazione dei getti. Nel periodo estivo, in via del tutto generale, si consiglia di impiegare specifici additivi capaci di allungare i tempi di presa in modo da garantire il soddisfacimento del requisito di lavorabilità richiesto al getto (ad esempio fluidificanti ritardanti conformi al prospetto 10 della norma UNI EN 934-2 oppure super-fluidificanti ritardanti conformi ai prospetti 11.1 e 11.2 della norma UNI-EN 934-2) oltre che per attenuare eventuali problemi che possono insorgere nelle riprese di getto con conglomerati caratterizzati da tempi di presa e di indurimento precoci. Nel periodo invernale, invece, in via del tutto generale è consigliabile l'impiego di additivi che possano accelerare il processo di idratazione del cemento (ad esempio, acceleranti di indurimento conformi al prospetto 7 della norma UNI EN 934-2 oppure fluidificanti acceleranti conformi al prospetto 12 della norma UNI EN 934-2) al fine di conseguire una resistenza sufficientemente elevata per poter resistere ad eventuali abbassamenti di temperatura al di sotto di 0°C.

Il produttore di calcestruzzo deve esibire, nel Dossier di Prequalifica degli Impasti, e ogniqualvolta la D.L. ne faccia richiesta i certificati di conformità degli additivi utilizzati nel confezionamento del conglomerato unitamente alla "Scheda di Sicurezza" delle sostanze ai sensi del D.M. 4.4.1997 e ss.mm.

### 10.1.9 Requisiti di base per il calcestruzzo allo stato fresco e indurito

#### 10.1.9.1 *Le classi di resistenza*

In accordo alle Norme Tecniche per le Costruzioni D.M.17/0112018, il calcestruzzo verrà identificato in base alla resistenza caratteristica convenzionale a compressione misurata su provini cubici di lato 150 mm. Per questa resistenza caratteristica verrà adottata la seguente simbologia: Rck.

### 10.1.9.2 Reologia degli impasti e granulometria degli aggregati

La scelta delle singole frazioni granulometriche degli aggregati da utilizzare per la confezione dell'impasto e delle rispettive percentuali di impiego è demandata al produttore di calcestruzzo che sceglierà la curva granulometrica ritenuta ottimale per il conseguimento delle prestazioni reologiche e meccaniche del calcestruzzo di cui al presente capitolo. È fatto obbligo al produttore, in accordo a quanto stabilito dalla UNI EN 12620, di utilizzare aggregati appartenenti ad almeno tre classi granulometriche diverse. Per i calcestruzzi con classe di resistenza superiore alla C 32/40, le classi granulometriche dovranno essere almeno pari a quattro.

### 10.1.9.3 Rapporto acqua/cemento

Per il calcolo del rapporto a/c equivalente  $(a/c)_{eq}$ , necessario per soddisfare sia i requisiti di durabilità che di resistenza meccanica a compressione, si farà riferimento alla sola "acqua efficace" intesa come l'acqua che dopo il mescolamento degli ingredienti si trova all'esterno dei granuli dell'aggregato lapideo. L'acqua efficace si ottiene a partire da quella introdotta nel mescolatore:

sommando il quantitativo di acqua ( $a_{aggr-umido}$ ) ceduto dall'aggregato caratterizzato da un tenore di umidità maggiore dell'assorbimento (tenore di umidità che individua la condizione di saturo a superficie asciutta);

sottraendo il quantitativo di acqua ( $a_{aggr-asciutto}$ ) sottratto dall'aggregato caratterizzato da un tenore di umidità minore dell'assorbimento;

sommando l'aliquota di acqua ( $a_{add}$ ) introdotta tramite gli additivi liquidi (se utilizzati in misura superiore a 3 Kg/m<sup>3</sup>) o le aggiunte minerali in forma di slurry;

sommando l'aliquota di acqua ( $a_{gh}$ ) introdotta tramite chips di ghiaccio.

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

Il rapporto acqua/cemento equivalente risulta individuato dalla seguente espressione:

$$\left(\frac{a}{c}\right) = \frac{a_{eff}}{\left(c + K_{cv} * cv + K_{fs} * fs\right)}$$

dove:

- c dosaggio in kg per m<sup>3</sup> di cemento;
- cv dosaggio in kg per m<sup>3</sup> di cenere volante;
- fs dosaggio in kg per m<sup>3</sup> di fumo di silice;

Kcv; Kfs coefficienti di equivalenza rispettivamente della cenere volante e del fumo di silice desunti dalla norma UNI-EN 206-1 ed UNI 11104.

#### **10.1.9.4 Lavorabilità**

È onere del produttore di conglomerato selezionare le classi granulometriche degli aggregati, la curva ottimale di riferimento, il dosaggio di cemento e di aggiunte minerali che consentano di confezionare impasti che al momento della consegna in cantiere e per un periodo ulteriore di 30 minuti dall'arrivo del mezzo posseggano la lavorabilità prescritta e riportata per ogni specifico conglomerato nella tabella riassuntiva del presente capitolo. Il calcestruzzo con la lavorabilità non conforme a quella prescritta dovrà essere di norma respinto dalla D.L.

La misura della lavorabilità sarà effettuata a discrezione della D.L. e, comunque, all'atto del prelievo dei campioni per i controlli d'accettazione della resistenza caratteristica a compressione.

In accordo alla EN 206-1 dopo aver proceduto a scaricare dalla betoniera almeno 0,30 m<sup>3</sup> di calcestruzzo, la misura della lavorabilità sarà di norma effettuata mediante l'abbassamento al cono di Abrams (UNI-EN 12350-2); per la valutazione della classe di consistenza dei calcestruzzi high flow si dovrà utilizzare la tavola a scosse per la determinazione del diametro di spandimento (UNI EN 12350-5). Per la determinazione delle caratteristiche reologiche dei calcestruzzi auto-compattanti si farà riferimento alle norme italiane (UNI 11041-11042-11043 e 11044) e a quelle richiamate nel documento europeo "Linee guida per i calcestruzzi auto compattanti".

Il tempo massimo consentito dalla produzione dell'impasto in impianto al momento della consegna in cantiere non dovrà superare i 60 minuti e sarà onere del produttore riportare nel documento di trasporto l'orario effettivo di fine carico della betoniera in impianto. Si potrà operare in deroga a questa prescrizione in casi eccezionali, quando i tempi di trasporto del calcestruzzo dalla centrale di betonaggio al cantiere dovessero risultare superiori ai 60 minuti. In questa evenienza si potrà utilizzare il conglomerato fino a 120 minuti dalla miscelazione dello stesso in impianto, purché lo stesso posseda i requisiti di lavorabilità prescritti. Fermo il rispetto delle caratteristiche prescritte, in questa evenienza, per il calcestruzzo dovrà essere accertato preliminarmente dal produttore e valutato dalla D.L. che le resistenze iniziali del conglomerato cementizio non siano penalizzate a causa di dosaggi elevati di additivi ritardanti o super fluidificanti ritardanti impiegati per la riduzione della perdita di lavorabilità.

### **10.1.9.5 *Acqua di bleeding***

Il volume di acqua di bleeding, valutato in accordo alla procedura stabilita dalla norma UNI 7122, dovrà risultare non superiore allo 0,10% rispetto al volume di acqua d'impasto.

### **10.1.9.6 *Contenuto d'aria***

In occasione dei prelievi per il confezionamento dei provini destinati ai controlli di accettazione della resistenza a compressione del conglomerato cementizio, e ogni qualvolta la D.L. lo ritiene opportuno, potrà essere determinato il contenuto di aria nel calcestruzzo in accordo alla procedura descritta alla norma UNI EN 12350-7. Il contenuto di aria (intrappolata nei calcestruzzi senza additivo aerante o "aggiunta" nei conglomerati confezionati con questi additivi) dovrà risultare conforme ai valori prescritti per ogni tipologia di calcestruzzo prevista nel presente documento contrattuale.

Il mancato rispetto del valore di contenuto d'aria prescritto potrà determinare la contestazione della fornitura, oltre che il rifiuto immediato del calcestruzzo da parte della D.L.

### **10.1.9.7 *Durabilità***

Ogni calcestruzzo, in accordo alle Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M.17/01/2018) dovrà soddisfare i seguenti requisiti di durabilità secondo quanto richiesto dalla norma UNI EN 206-1 e, in particolare, dal prospetto 4 della norma UNI 11104, in base alle classi di esposizione ambientale dell'elemento/struttura cui il calcestruzzo è destinato:

- rapporto (a/c)max;
- classe di resistenza caratteristica a compressione minima;
- aria inglobata o aggiunta (solo per le classi di esposizione XF2, XF3, XF4). In aggiunta a questa prescrizione si potrà, in condizioni particolari da concordare preventivamente con la D.L., imporre nella specifica di capitolato un valore massimo allo spacing tra le microbolle stabilizzate dall'additivo aerante;
- contenuto minimo di cemento;
- tipo e classe di cemento;
- classe di contenuto di cloruri del calcestruzzo;
- lavorabilità al getto;
- Dmax dell'aggregato.

Per i calcestruzzi destinati a strutture massive (di grande spessore) si potranno utilizzare, in deroga a quanto richiesto dal prospetto 4 della norma UNI 11104, dosaggi di cemento inferiori a quelli richiesti per soddisfare i requisiti di durabilità purché il dosaggio di cemento utilizzato risulti comunque superiore a quello minimo richiesto per la durabilità dalla norma UNI EN 206-1.

### 10.1.9.8 *Tipi di conglomerato cementizio a prestazione garantita (UNI-EN 206-1 o SN EN 206-1; UNI 11104)*

E' ammesso unicamente l'utilizzo di calcestruzzi a prestazione garantita in accordo alla UNIEN 206-1 ed UNI 11104, individuati attraverso una serie di requisiti base riassunti nella Tabella 3.8.1(a) riportata nel seguito, contenente i vari tipi di conglomerato impiegati e le relative caratteristiche prestazionali.

<b>Tipo</b>	<b>Portland CEM I o II</b>
<b>Classi exp amb.</b>	XC4
<b>Classe di resistenza C(x/y)</b>	C32/40
<b>Rapp acqua/cemento (a/c)<sub>max</sub></b>	0,5
<b>Contenuto minimo di cemento C<sub>MIN</sub> (kg/m<sup>3</sup>)</b>	340
<b>Tipo classe cemento</b>	42.5R
<b>Slump al getto</b>	S4
<b>D<sub>max</sub></b>	25mm
<b>Contenuto di cloruri</b>	
<b>Aria intrappolata inglobata</b>	
<b>Campi di impiego</b>	Vasche e Piastre

Tabella 3 - Classificazione dei diversi tipi di conglomerato sottoposti a qualifica preliminare

In accordo alle Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M.17/01/2018), il calcestruzzo a prestazione garantita dovrà essere prodotto in impianto, indipendentemente che esso sia esterno o meno al cantiere, dotato di un sistema di controllo della produzione. Per calcestruzzi che non rientrano tra quelli in produzione iniziale o continua, ancorché prodotti in un impianto dotato di sistema di controllo della produzione, e per calcestruzzi autoprodotti in cantiere in volume inferiore a 1.500 m<sup>3</sup>, prima della fornitura dovranno essere effettuate delle prove di prequalifica dell'impasto certificate da un laboratorio di cui all'art. 59 del D.M. 380/2001. Le prove di prequalifica dovranno essere effettuate anche per i calcestruzzi a composizione richiesta.

### 10.1.9.9 *Tipi di conglomerato cementizio a prestazione garantita: requisiti aggiuntivi e opzionali*

In linea di massima, tutti i requisiti aggiuntivi in termini di impermeabilità all'acqua, di resistenza meccanica a trazione o a trazione per flessione dovranno essere tutti convertiti in un corrispondente valore della resistenza caratteristica convenzionale a compressione. Pertanto, salvo diverse disposizioni impartite dalla D.L., le specifiche di capitolato non conterranno voci relative a queste caratteristiche aggiuntive e, quindi, ad eventuali prove

tese ad accertarne il valore. Per particolari esigenze esecutive (disarmo o messa in servizio in tempi brevi di strutture o parti di esse) potrà essere necessario prescrivere un valore caratteristico della resistenza a compressione a temperature diverse da 20°C e a tempi diversi da 28 giorni. In questa evenienza, il valore caratteristico specificato verrà corredato delle modalità e della durata della maturazione da condursi prima di effettuare le prove di schiacciamento.

In accordo al punto 11.2.1 delle Norme Tecniche per le Costruzioni e in ordine alla necessità di impiego di cementi a basso sviluppo di calore, la D.L., in alternativa alla specifica di capitolato relativa alla resistenza caratteristica convenzionale a compressione a 28 giorni, potrà prescrivere un diverso tempo di maturazione (ad esempio a 56 giorni), riportandolo nelle specifiche del contratto di fornitura.

#### ***10.1.9.10 Tipi di conglomerato cementizio a composizione richiesta (UNI-EN 206-1)***

Salvo diverse disposizioni della D.L. non è ammesso l'impiego di calcestruzzo a composizione richiesta, in accordo alla UNI-EN 206-1 ed UNI 11104. Per particolari esigenze la D.L. potrà prescrivere il calcestruzzo in termini composizionali specificando tipo e dosaggio degli ingredienti da utilizzare, unitamente alla classe di consistenza richiesta al getto. Tuttavia, prima di procedere alla fornitura del conglomerato dovranno effettuarsi presso il laboratorio della centrale di betonaggio o presso un laboratorio prescelto dalla D.L. prove preliminari consistenti nel confezionamento del calcestruzzo in accordo alla composizione specificata. Queste prove sono finalizzate alla trasformazione dei requisiti composizionali in requisiti prestazionali. Si procederà, quindi, all'effettuazione delle prove di prequalifica dell'impasto che verranno certificate da un Laboratorio di cui all'art. 59 del D.M. 380/2001. In definitiva, quindi, il calcestruzzo fornito verrà trattato alla stregua di un conglomerato a prestazione garantita.

### **10.1.10 Qualifica del conglomerato cementizio**

#### ***10.1.10.1 Requisiti del fornitore***

In accordo alle Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M.17/01/2018) il fornitore di calcestruzzo dovrà produrre il conglomerato con un Processo Industrializzato e allo scopo dovrà essere, di norma, dotato di un sistema di controllo del processo di produzione certificato, da un organismo terzo indipendente (accreditato presso il Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici) di adeguata competenza e organizzazione che opera in accordo con le norme UNI EN 45012. Il sistema di controllo del processo di produzione deve essere introdotto anche per quei produttori che già dispongono di un sistema di gestione della qualità in accordo alle norme ISO 9000.

Il sistema di controllo della produzione comporta l'utilizzo di personale adeguatamente formato, la redazione di idonea documentazione e l'installazione di un laboratorio dotato delle apparecchiature necessarie ad effettuare i controlli come descritto nelle Linee Guida sul Calcestruzzo Preconfezionato edite dal Servizio Tecnico Centrale (Marzo 2003).

Il produttore dovrà attestare la certificazione del controllo di produzione contestualmente alla sottoscrizione del presente Capitolato.

#### **10.1.10.2 Progetto preliminare di prequalifica del calcestruzzo**

Il produttore del conglomerato deve sottoporre alla Direzione Lavori prima dell'inizio della fornitura il "Dossier di qualifica degli impasti e dei relativi costituenti" per tutti i tipi e le classi di calcestruzzo che verranno utilizzati.

A tal fine dovrà presentare:

- per i calcestruzzi prodotti presso un impianto dotato di processo industrializzato, una documentazione attestante la rispondenza delle materie prime impiegate alle norme vigenti e che la produzione del calcestruzzo viene effettuata operando un sistema di controllo del processo di produzione (Factory Production Control), certificato da un organismo terzo indipendente (accreditato presso il Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici) e organizzato in accordo a quanto descritto nelle Linee Guida sul Calcestruzzo Preconfezionato;
- per i calcestruzzi prodotti presso un impianto non dotato di processo industrializzato, a cui la D.L. potrà ricorrere per motivi eccezionali (lontananza o assenza di impianti dotati di certificazione), una documentazione attestante la rispondenza delle materie prime impiegate alle norme vigenti, oltre ad un progetto preliminare di pre-qualifica per attestare la conformità dell'impasto e dei singoli costituenti alle prescrizioni e norme riportate nel presente documento, basato su prove preliminari di verifica da condurre direttamente presso l'impianto di betonaggio e certificate da un Laboratorio di cui art. 59 del D.M. 380/2001.

Il progetto preliminare di prequalifica si rende necessario anche quando:

- il calcestruzzo viene fornito da un impianto dotato di processo industrializzato, ma il tipo di conglomerato prescritto non rientra in una famiglia di conglomerati in fase di produzione iniziale, né in fase di produzione continua (secondo EN 206-1);
- allorquando la D.L. ha specificato l'impiego di un calcestruzzo a composizione richiesta;
- quando il calcestruzzo viene autoprodotta dall'impresa esecutrice delle opere in un impianto di cantiere e il volume complessivo di calcestruzzo (di miscela omogenea) risulti inferiore a 1500 m<sup>3</sup>.

#### **10.1.10.3 Relazione di prequalifica dell'impasto**

Nella relazione di prequalifica, il produttore dovrà fare esplicito riferimento a:

- materiali che si intendono utilizzare, indicandone provenienza, tipo e qualità;
- conformità dei materiali costituenti a quanto prescritto in precedenza;
- massa volumica reale s.s.a. e assorbimento, per ogni classe di aggregato, valutati secondo UNI EN 1097-6;
- analisi granulometrica delle singole pezzature di aggregato impiegate;
- curva granulometrica dell'aggregato combinato;
- dosaggio delle singole pezzature di aggregato;
- tipo, classe e dosaggio del cemento;
- tipo e dosaggio degli additivi;
- tipo, dosaggio e coefficiente di equivalenza delle aggiunte;
- acqua efficace;
- rapporto acqua-cemento efficace;
- massa volumica del calcestruzzo fresco;
- deviazione tra dosaggi nominali ed effettivi;
- classe di consistenza del calcestruzzo alla miscelazione;
- perdita di lavorabilità nel tempo fino a 60 min;
- percentuale di aria intrappolata o aggiunta;
- classe di esposizione ambientale a cui è destinata la miscela;
- resistenza a compressione a 28 giorni (valore medio, caratteristico e scarto quadratico medio);
- sviluppo della resistenza a compressione in funzione del tempo (1, 2, 7, 14 e 28 giorni);
- caratteristiche dell'impianto di confezionamento e stato delle tarature;
- sistemi di trasporto.

#### **10.1.10.4 Ordine e consegna del calcestruzzo**

Una volta superata la fase di qualifica e ritenuto il produttore del calcestruzzo, autonomamente proposto dall'Appaltatore, in quanto il sistema di produzione è conforme a tutti i requisiti in precedenza esposti, il D.L. autorizzerà la produzione mediante specifico ordine di servizio, dove verranno ribaditi i requisiti del calcestruzzo da fornire in accordo a quanto riportato nel paragrafo che segue.

Ordine del calcestruzzo

L'Impresa esecutrice, in sede di incarico, comunicherà al fornitore il nome del proprio referente per il cantiere, il quale effettuerà gli ordini di fornitura. All'ordine saranno comunicate:

- le caratteristiche specifiche Rck, Classe di esposizione, Classe di consistenza al getto, Dmax dell'aggregato;
- la quantità da fornire;
- l'orario del getto;
- l'eventuale necessità di mezzi di pompaggio;
- le eventuali particolarità previste.

#### **10.1.10.5 Consegna del calcestruzzo**

Il fornitore dovrà garantire la massima puntualità e mettere a disposizione il personale e le attrezzature richieste all'ordine, in modo da poter rendere le fasi del getto razionali e continue.

Alla consegna il produttore dovrà fornire un documento di consegna, che dovrà essere sottoscritto da un rappresentante della ditta e da un incaricato della D.L., riportante le seguenti informazioni, comuni a tutti i tipi di calcestruzzo:

- numero progressivo del documento;
- nome e localizzazione dell'impianto di confezionamento;
- estremi della certificazione del controllo di produzione in fabbrica (F.P.C.);
- identificativo del veicolo di trasporto;
- nome e localizzazione del cantiere di consegna e denominazione dell'acquirente;
- data ed ora del carico;
- quantità di calcestruzzo in m<sup>3</sup>;
- peso del carico (calcestruzzo e tara dell'automezzo) o in alternativa la stampa delle quantità registrate in fase di dosaggio (resoconto della miscela caricata);
- ora di arrivo del calcestruzzo in cantiere;
- ora di inizio scarico;
- ora di fine scarico;
- tipo e classe di resistenza del cemento;
- classe di consistenza al getto (slump o diametro di spandimento, quest'ultima per calcestruzzi high flow, o per i calcestruzzi auto compattanti prove di slump-flow, passing ability, V-funnel e resistenza alla segregazione);
- rapporto acqua/cemento equivalente;
- il diametro massimo effettivo dell'inerte utilizzato (Dmax);
- dichiarazione di marcatura CE degli aggregati;
- dichiarazione di conformità alla UNI EN 206-1 ed alla UNI 11104 (per la Svizzera alla SN EN 206-1 e al CPN);
- la resistenza caratteristica richiesta (Rck);

- la classe (o le classi) di esposizione ambientale (X);
- la classe di contenuto massimo di cloruri (Cl);
- e, per forniture di calcestruzzo a composizione richiesta:
- il dosaggio (in kg per m<sup>3</sup>) degli ingredienti utilizzati;
- tipo di additivo;
- eventuali caratteristiche particolari richieste.

#### **10.1.10.6      *Controlli in corso d'opera sul calcestruzzo fresco e indurito***

La D.L. ha l'obbligo di eseguire controlli sistematici in corso d'opera per verificare la conformità tra le caratteristiche del conglomerato fornito e quello stabilito dal progetto e garantito in sede di valutazione preliminare. Il controllo della qualità del calcestruzzo attiene sia alle caratteristiche dell'impasto allo stato fresco che allo stato indurito.

#### **10.1.10.7      *Verifiche sul calcestruzzo allo stato fresco***

Le verifiche delle caratteristiche saranno effettuate a discrezione della D.L. e di norma all'atto del prelievo dei campioni per i controlli d'accettazione della resistenza caratteristica. Le verifiche consistono in:

determinazione della classe di consistenza al getto mediante misura di abbassamento al cono di Abrams o procedura equivalente;

determinazione dell'aria intrappolata o inglobata (in presenza di additivi aeranti) mediante l'impiego del porosimetro. Per i calcestruzzi privi di additivo aerante questa prova può essere sostituita, previa autorizzazione della D.L., dalla misura della massa volumica dell'impasto;

determinazione dell'acqua di impasto;

valutazione della dimensione massima dell'aggregato;

volume consegnato.

Le verifiche effettuate sul calcestruzzo fresco sono effettuate da personale incaricato dalla D.L.

Per quelle effettuate direttamente dall'Impresa esecutrice delle opere le stesse dovranno essere eseguite in contraddittorio in presenza di un rappresentante del fornitore. In assenza di altri rappresentanti, per tali operazioni sarà considerato incaricato del fornitore l'autista della betoniera, il quale, dopo aver constatato la corretta esecuzione delle operazioni, sarà tenuto a sottoscrivere i moduli che attestano la conformità del campionamento e delle verifiche effettuate alle norme ed al presente Capitolo.

### **10.1.10.8 Consistenza**

La determinazione della consistenza si esegue mediante la prova di abbassamento al cono (o per i calcestruzzi high flow mediante misura del diametro di spandimento, UNI EN 12350-5) secondo il procedimento descritto al punto 6 della UNI EN 12350-2. Per i calcestruzzi autocompattanti, la determinazione della consistenza avverrà in base alle modalità di prova contenute nelle specifiche di capitolato.

Diversamente da quanto indicato nella norma, la riomogenizzazione prevista al punto 5 della UNI EN 12350-2 verrà effettuata mediante sessola, o attrezzatura similare, nel recipiente di raccolta del calcestruzzo (ad es. carriola).

Se la consistenza del calcestruzzo non dovesse corrispondere a quella ordinata (a tale scopo si ricorda che non sono ammesse tolleranze per il valore dello slump per la classe di consistenza prescritta e ordinata) si possono distinguere due casi.

Classe di Consistenza del calcestruzzo fornito minore di quella richiesta: la Direzione Lavori a sua discrezione può decidere di respingere la fornitura o di richiedere al rappresentante della Ditta (che, come già indicato, in assenza di altro personale è il conducente dell'autobetoniera) di far corrispondere la consistenza del calcestruzzo a quella ordinata (come previsto nel secondo periodo del punto 7.5 della norma UNI EN 206-1). Si precisa che quest'ultima operazione è eseguita sotto la responsabilità del fornitore.

Classe di Consistenza del calcestruzzo fornito maggiore di quella richiesta: la Direzione Lavori può decidere, compatibilmente con le esigenze di cantiere e di messa in opera, di respingere la consegna, oppure di accettare la fornitura, fermo restando la rispondenza alle caratteristiche della classe di resistenza richieste.

Contenuto cemento, rapporto acqua/cemento e distribuzione granulometrica dell'aggregato

Il rapporto acqua/cemento equivalente (a/c)<sub>eq</sub> del calcestruzzo fornito non deve superare il valore specifico stabilito per ogni calcestruzzo in Tabella 3.8.1, in precedenza riportata, e desunto dalle esigenze strutturali, da quelle di durabilità o da requisiti aggiuntivi richiesti per le strutture cui il calcestruzzo è destinato.

Le verifiche delle caratteristiche di cui al presente paragrafo (descritte per il contenuto di cemento e per il rapporto a/c al p.to 5.4.2 e per la dimensione massima dell'aggregato al p.to 5.4.4 della UNI EN 206-1) si eseguono secondo quanto previsto dalla norma UNI 6393.

Qualora la non conformità riguardasse il rapporto acqua/cemento equivalente (allo scopo si ricorda che non è ammessa, in deroga a quanto riportato nella norma UNI-EN 206-1, alcuna tolleranza rispetto al valore prescritto) e/o alla dimensione massima dell'aggregato si prevede l'applicazione di una penale calcolata secondo una aliquota pari a:

5% del prezzo del calcestruzzo ordinato per uno scostamento  $\leq$  del 5% del valore richiesto;

10% del prezzo del calcestruzzo ordinato per uno scostamento  $>$  del 5% del valore richiesto.

Se l'irregolarità riguardasse il contenuto di cemento, con le tolleranze previste dal Prospetto 17 della UNI EN 206-1 o SN EN 206-1 (al massimo 10 kg/m<sup>3</sup> in meno rispetto al valore nominale prescritto), sarà applicata una riduzione di prezzo proporzionale all'effettivo dosaggio riscontrato e si applicherà una penale calcolata secondo una aliquota pari al:

5% del prezzo del calcestruzzo ordinato per uno scostamento  $\leq$  del 5% del valore richiesto;

10% del prezzo del calcestruzzo ordinato per uno scostamento  $>$  del 5% del valore richiesto.

L'effetto della irregolarità riscontrata dalle prove si applicherà all'intera fornitura giornaliera.

#### **10.1.10.9 Omogeneità**

La verifica dell'omogeneità del calcestruzzo fornito si esegue vagliando due campioni di conglomerato, prelevati ad 1/4 e 4/5 dello scarico dell'autobetoniera, attraverso il vaglio a maglia quadra da 4 mm. La percentuale in peso di materiale grosso nei due campioni non deve differire più del 10%. Inoltre, l'abbassamento al cono dei due campioni non può differire più di 5 cm.

La fornitura non conforme comporterà l'applicazione di una penale pari al 10% del prezzo del calcestruzzo, applicata alla quantità fornita nella giornata.

#### **10.1.10.10 Contenuto di aria intrappolata o aggiunta**

La determinazione dell'aria intrappolata o aggiunta (per i calcestruzzi confezionati con additivo aerante e destinati alle strutture in classe di esposizione XF2, XF3 e XF 4) verrà effettuata contestualmente alla misura della lavorabilità del conglomerato e ogni qualvolta la D.L. lo ritenesse necessario, in accordo alla procedura descritta dalla norma UNI-EN 12350-7 basata sull'impiego del porosimetro. Il contenuto d'aria dovrà rientrare nell'intervallo prescritto e riportato nella precedente Tabella 3.8.1. Il mancato rispetto dell'intervallo di valori prescritto (in deroga a quanto previsto dalla UNI-EN 206-1, non è ammessa alcuna tolleranza per il contenuto di aria) potrà determinare a discrezione della D.L. il rifiuto del calcestruzzo.

#### **10.1.10.11 Quantità consegnata**

Le quantità di calcestruzzo (richieste e consegnate) sono riferite al calcestruzzo compattato, come da punto 3.1.15 della UNI EN 206-1.

In linea di massima la verifica deve effettuarsi secondo le seguenti metodologie:

- mediante cubatura del getto, il volume si intende gettato e costipato a rifiuto;
- mediante verifica della massa volumica effettiva, effettuata secondo UNI EN 12350-6 con contenitore volumetrico da 5 dm<sup>3</sup>, effettuando una compattazione meccanica con tavola vibrante o con vibratore ad ago.

Rimane facoltà della D.L. introdurre ulteriori controlli sul volume consegnato, tramite doppie pesate formali dell'autobetoniera, senza oneri per il committente.

Qualora, in seguito a verifica, le quantità consegnate non dovessero corrispondere a quelle dichiarate nel documento di trasporto, sarà applicata una penale pari al 10% del prezzo del calcestruzzo, applicata alla quantità fornita nella giornata.

#### **10.1.10.12 I controlli sul calcestruzzo indurito**

Il controllo di accettazione va eseguito secondo quanto stabilito al punto 11.2.5 delle Norme Tecniche sulle costruzioni, su miscele omogenee di conglomerato e, in funzione del quantitativo di conglomerato accettato, può essere condotto mediante:

- controllo di tipo A;
- controllo di tipo B (obbligatorio nelle costruzioni con più di 1500 m<sup>3</sup> di miscela omogenea).

Le procedure di campionamento, conservazione e trasporto e consegna al Laboratorio Ufficiale sono svolte direttamente da personale incaricato dalla D.L. L'Impresa esecutrice delle opere potrà effettuare ulteriori controlli, oltre quelli obbligatori effettuati dalla D.L., in contraddittorio con un incaricato del fornitore di calcestruzzo. Per tali operazioni, in assenza di altri rappresentanti, l'autista della betoniera sarà considerato incaricato del fornitore.

Il prelievo del conglomerato per i controlli di accettazione si deve eseguire a "bocca di betoniera", in presenza della D.L. o di un suo incaricato, non prima di aver scaricato almeno 0,30 m<sup>3</sup> di conglomerato, in accordo con le procedure previste dalle norme:

UNI EN 12390-1 relativamente ai requisiti delle casseforme da impiegare (verranno impiegate esclusivamente "cubettiere" in acciaio lato 150 mm, salvo getti di conglomerati confezionati con aggregati aventi pezzatura massima maggiore di 32 mm);

UNI EN 12390-2 circa le modalità di confezionamento e conservazione dei provini;

UNI EN 12390-3 relativamente alle modalità di esecuzione della prova di schiacciamento.

Per l'identificazione dei provini sulla superficie non cassetata sarà annegato un legaccio di plastica al quale sarà fissata la targhetta riportante la sigla del provino. In alternativa si potrà utilizzare un'etichetta di plastica, firmata dalla D.L. o da un suo incaricato, sulla quale verrà riportata l'identificazione del campione con inchiostro indelebile.

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

- Identificazione del provino;
- denominazione del cantiere;
- tipo di calcestruzzo (utilizzare la stessa identificazione di Tabella 3.8.1);
- numero del documento di trasporto del calcestruzzo da cui è stato effettuato il prelievo;
- numero del prelievo e del provino (ad esempio, 1/1 oppure 1/2 rispettivamente per il provino 1 e 2 del prelievo 1; oppure 1/A e 1/B);
- data e ora di confezionamento del provino;
- elemento strutturale realizzato con il calcestruzzo da cui è stato effettuato il prelievo;
- dettagli sulla modalità e sulla durata della conservazione dei provini prima della scasseratura;
- Il metodo di conservazione dei provini dopo la scasseratura, indicando il campo delle temperature e la durata della conservazione;
- La firma dell'incaricato della Direzione Lavori.

Al termine del prelievo, i provini verranno sistemati su un piano orizzontale in una posizione non soggetta ad urti e vibrazioni.

Il calcestruzzo campionato deve essere lasciato all'interno delle casseforme per almeno 16 ore, ma non oltre 3 giorni, protetti da urti, vibrazioni e disidratazione, alla temperatura di  $20\pm 5$  °C o di  $25\pm 5$  °C nei climi caldi (punto 5.5.1 UNI EN 12390-2). In questo ultimo caso sarà necessario coprire i provini con sistemi isolanti o materiali umidi (ad es. sacchi di juta, tessuto non tessuto). I provini, una volta rimossi dalle casseforme, devono essere conservati in acqua alla temperatura costante di  $20\pm 2$  °C, oppure in ambiente termostato posto alla temperatura di  $20\pm 2$  °C ed umidità relativa superiore al 95% (punto 5.5.2 UNI EN 12390-2).

Per la gestione delle prove si dovrà fare riferimento al piano delle prove elaborato dalla Direzione dei lavori e da ritenersi allegato al presente documento.

#### **10.1.11 Verifica della resistenza caratteristica ed eventuale contestazione**

Dopo il rilascio del Certificato delle prove di resistenza a compressione eseguite su campioni di conglomerato cementizio, relativo ai diversi lotti consegnati (che saranno individuati dalla D.L.) si procede:

- al Controllo di accettazione così come previsto dal pto. 11.2.5 delle Norme Tecniche per le Costruzioni;
- al calcolo della "Resistenza caratteristica effettiva" ( $R_{ckeff}$ ), determinata dal valore che soddisfa entrambe le disequazioni previste dal pto. 11.2.5 delle Norme tecniche per le costruzioni).

In caso di controllo di accettazione conforme, il quantitativo di conglomerato è accettato. La ditta fornitrice potrà ottenere copia dei controlli di accettazione e dei relativi certificati.

#### **10.1.11.1 Procedura in caso di non conformità dei controlli di accettazione**

In caso di controllo o controlli di accettazione non conformi, la D.L. dovrà procedere all'applicazione della penale, alla riduzione del prezzo e alle verifiche di sicurezza strutturali, come di seguito riportato.

#### **10.1.11.2 Applicazione della penale e della riduzione del prezzo**

In caso di controllo o controlli di accettazione non conformi, la minore resistenza caratteristica del calcestruzzo fornito, rispetto a quella richiesta, riduce sia le prestazioni meccaniche che la durabilità dell'opera, quindi la D.L. contesterà la fornitura dequalificando il calcestruzzo al valore della Resistenza caratteristica effettiva (si utilizzerà di seguito il simbolo  $R_{ck_{eff}}$  per identificare la resistenza caratteristica effettiva su provini cubici e il simbolo  $R_{ck}$  per identificare il valore della resistenza caratteristica pattuito contrattualmente).

La dequalifica della fornitura comporta, per la quantità di calcestruzzo contestata: l'applicazione di una penale calcolata secondo una aliquota pari a:

- 10% del prezzo del calcestruzzo ordinato per  $R_{ck_{eff}} > 90\% R_{ck}$  ordinato;
- 20% del prezzo del calcestruzzo ordinato per  $R_{ck_{eff}} \leq 90\% R_{ck}$  ordinato;

la riduzione del prezzo del calcestruzzo proporzionale al deficit di resistenza riscontrato che si calcola con la seguente formula:

$$\text{riduzione prezzo} = 1.4 * \frac{\text{prezzo } R_{ck_{ordinato}}}{R_{ck_{ordinato}}} * (R_{ck_{ordinato}} - R_{ck_{effettiva}})$$

In merito all'applicazione della penale e della riduzione di prezzo di cui alle lettere a) e b), si precisa che la quantità di calcestruzzo contestata è quella riferita alla quantità di calcestruzzo rappresentata dai tre o dai quindici prelievi rispettivamente del controllo di accettazione di tipo A o B.

#### **10.1.11.3 Verifiche di sicurezza strutturali**

Sempre in caso di controllo o controlli di accettazione negativi si dovrà procedere anche secondo quanto indicato al successivo paragrafo, in ordine alle verifiche di sicurezza delle strutture, con oneri a carico del fornitore.

Ove queste non risultino soddisfatte, con oneri a carico del fornitore, si procede alla dequalifica dell'opera, ovvero all'esecuzione di lavori di consolidamento, ovvero alla demolizione dell'opera stessa. In caso di demolizione, dalle spese di ricostruzione dell'opera, sostenute dal fornitore di calcestruzzo, verrà ridotto l'importo delle penali di cui al precedente punto.

#### **10.1.11.4 Scelta del Laboratorio Ufficiale.**

Il Laboratorio incaricato dell'effettuazione delle prove di schiacciamento verrà individuato dalla Direzione Lavori.

#### **10.1.11.5 Verifiche di sicurezza in caso di non conformità dei controlli di accettazione**

Quando l'opera, o una parte di opera, risulti non conforme ai controlli di accettazione il D.L. procede ai sensi del punto 11.2.6 delle Norme Tecniche per le Costruzioni con l'obbligo di rimuovere definitivamente la "non conformità", mediante l'impiego di altri mezzi di indagine (prove di tipo distruttivo e non distruttivo) sul calcestruzzo in opera.

Considerato che il valore della resistenza del calcestruzzo in opera è generalmente inferiore a quella del calcestruzzo dei prelievi sul calcestruzzo fresco (provini), è accettabile un valore caratteristico della resistenza a compressione cubica media del calcestruzzo in opera, proveniente dalle suddette prove complementari, non inferiore all'85% di  $R_{c,media}$ , progetto.

L'esito positivo della verifica non muta il calcolo della Resistenza caratteristica effettiva, di cui al precedente paragrafo e quanto ne consegue ai fini dell'applicazione della penale e della riduzione di prezzo.

Il controllo teorico e, o sperimentale della sicurezza della struttura interessata dal quantitativo di calcestruzzo non conforme, deve fare riferimento ai risultati delle indagini di cui al presente paragrafo, utilizzando per il calcolo quale valore caratteristico della resistenza a compressione per le verifiche di collaudabilità il rapporto tra il valore della resistenza cubica caratteristica a compressione del calcestruzzo in opera/0,85. Per il calcolo della resistenza cubica caratteristica a compressione del calcestruzzo in opera si farà riferimento all'approccio A o B previsto dalla norma EN 13791.

### **10.1.12 Altre condizioni**

#### **10.1.12.1 Accessibilità al cantiere**

La verifica preventiva della percorribilità con i propri mezzi delle vie di accesso al cantiere compete alla Ditta che comunica alla D.L. tutte le situazioni in cui possano presentarsi

pericoli, o si possano danneggiare mezzi o le infrastrutture percorse. La Ditta si assume tutti gli oneri derivanti dall'eventuale inosservanza al Codice della Strada e dei danni causati dai mezzi meccanici al di fuori dell'ambito di cantiere.

### 10.1.12.2 *Condizioni generali*

Le condizioni contenute nel presente Capitolo devono intendersi come condizioni generali per le forniture. La Direzione Lavori si riserva di disporre altre condizioni per la fornitura del calcestruzzo preconfezionato, qualora la tipologia di opere da realizzare e le particolari condizioni del cantiere richiedessero condizioni aggiuntive. Le condizioni aggiuntive saranno di volta in volta specificate nella lettera di invito all'indagine o a gara ufficiosa e successivamente richiamate nell'incarico di fornitura. Il titolare della ditta di fornitura del calcestruzzo, nel sotto firmare il presente Capitolato è a conoscenza delle sanzioni penali previste in caso di dichiarazioni mendaci e attesta che quanto dichiarato negli atti collegati al presente documento corrisponde a verità.

tabella 1

Tensione caratteristica di snervamento $f_{yk}$	$\geq 450$ (N/mm <sup>2</sup> )
Tensione caratteristica di rottura $f_{tk}$	$\geq 540$ (N/mm <sup>2</sup> )
(ft/fy) <sub>k</sub> rottura unitaria/snervamento unitario	$\geq 1,15$
(fy/fy nom) <sub>k</sub> snervamento unitario/450 N/mm <sup>2</sup>	$\leq 1,35$
Allungamento (Agt) <sub>K</sub>	$\geq 1,25$
Diametro del mandrino utilizzato per prove di piegamento a 90° e successivo raddrizzamento per almeno di 20° senza cricche	$\geq 7,5\%$
	4ø per $\phi < 12$ mm
	5ø per $12 \leq \phi \leq 16$ mm
	8ø per $16 < \phi \leq 25$ mm
	10ø per $25 < \phi \leq 50$ mm

tabella 2

	CARATTERISTICHE
Tensione caratteristica di snervamento $f_{yk}$	$\geq 450$ (N/mm <sup>2</sup> )
Tensione caratteristica di rottura $f_{tk}$	$\geq 540$ (N/mm <sup>2</sup> )
(ft/fy) <sub>k</sub> rottura unitaria/snervamento unitario	$\geq 1,05$
(fy/fy nom) <sub>k</sub> snervamento unitario/450 N/mm <sup>2</sup>	$\leq 1,25$
Allungamento (Agt) <sub>K</sub>	$\geq 2,5\%$
Diametro del mandrino utilizzato per prove di piegamento a 90° e successivo raddrizzamento per almeno di 20° senza cricche	4ø per $\phi \leq 10$ mm

Tabella 4

### 10.1.12.3 *Benestare ai getti*

L'APPALTATORE non può iniziare alcun getto di calcestruzzo senza aver prima ottenuto dalla D.L. apposito e specifico benestare. Tale benestare sarà conseguente all'effettuazione delle verifiche sul materiale ed alla verifica topografica previa che viene ufficializzata con la redazione, da parte dell'APPALTATORE e sotto la supervisione della D.L., di un "protocollo topografico per ordine di getto".

Inoltre, l'APPALTATORE, almeno 10 g. prima dell'inizio del primo getto, deve presentare alla COMMITTENTE la Relazione Tecnica sulla granulometria degli inerti, riportante pure la provenienza e la qualità degli stessi, integrandola con le notizie sulla marca ed il dosaggio del cemento e le quantità d'acqua che intende impiegare per la confezione del

cls. di ciascuna Classe di resistenza, anche in relazione alle additivazioni previste che devono essere analiticamente descritte.

#### **10.1.13 Calcestruzzi gettati fuori opera**

Per il completamento di alcuni manufatti possono essere richiesti manufatti in cls. armato con classe di resistenza a compressione minima di  $R_{ck} 25 \text{ N/mm}^2$ , gettato fuori opera. I manufatti devono essere realizzati in forme e dimensioni diverse; le lastre di copertura devono essere tali da potersi sistemare ad incastro nelle opere già predisposte per riceverle.

#### **10.1.14 Riprese di getto su calcestruzzi esistenti**

I getti per la ripresa di strutture in cls. esistenti devono essere eseguiti previa accurata pulizia delle superfici di collegamento eseguita mediante scalpellatura per l'asportazione di ogni elemento smosso o incoerente e successivo abbondante lavaggio con acqua in pressione o soffiatura con getto di aria; immediatamente prima dell'esecuzione del getto si deve procedere all'applicazione a pennello di un adesivo epossidico esente da solventi, bicomponente a base di resine epossidiche selezionate tipo "Rivacoll F" della ditta MAC S.p.A., "Eporip" della ditta MAPEI S.p.A, Sikadur 32 della ditta SIKA S.p.A. o prodotto e\*\*quivalente di altra ditta.

L'adesivo deve essere applicato a pennello sulle superfici di calcestruzzo da collegare con il nuovo getto, facendo penetrare molto bene il prodotto nelle zone irregolari e porose e nel rispetto delle prescrizioni e dosaggi suggeriti dalla Ditta produttrice.

Il getto successivo di calcestruzzo fresco deve essere fatto entro i tempi indicati nei "dati tecnici" del prodotto stesso in relazione alla temperatura ambiente.

Qualunque ripresa di getto, se non espressamente prevista nel progetto, deve essere preventivamente concordata con la D.L.

#### **10.1.15 Predisposizione di fori, tracce, cavità**

L'APPALTATORE ha a suo carico il preciso obbligo di predisporre in corso di esecuzione quanto è previsto nei disegni costruttivi o viene prescritto di volta in volta in tempo utile dalla D.L., per la realizzazione di fori, cavità, incassature, sede di cavi, parti di impianti, etc.

Tutte le conseguenze per la mancata esecuzione delle predisposizioni così prescritte negli elaborati progettuali e dalla D.L. sono a totale carico dell'APPALTATORE, sia per quanto riguarda le rotture, i rifacimenti, le demolizioni e le ricostruzioni di opere di spettanza dell'APPALTATORE stesso, sia per quanto riguarda le eventuali opere di adattamento di impianti, i ritardi, le forniture aggiuntive di materiali e la maggiore mano d'opera occorrente da parte di fornitori.

### 10.1.16 Additivi

Per particolari esigenze può essere necessario l'utilizzo di additivi (fluidificanti, acceleranti, ritardanti, antigelivi, coloranti,) nel confezionamento del cls. Tali additivi devono essere esplicitamente indicati sugli elaborati progettuali oppure autorizzati dalla D.L.

### 10.1.17 Fluidificanti

Per ottenere la necessaria lavorabilità con i rapporti acqua/cemento prescritti, la D.L. può autorizzare o richiedere che nella confezione del cls. sia fatto uso di additivi fluidificanti e/o superfluidificanti riduttori del quantitativo d'acqua (Rheobuild della MAC S.p.A., Sikament o Plastiment BV40 della SIKA, o prodotti aventi caratteristiche equivalenti) purché conformi alle prescrizioni delle Norme UNI EN 934-2 UNI EN 206-1 ed in generale fino alla quantità massima del 3% della massa del cemento. In casi particolari, previa specifica approvazione della D.L., può essere autorizzato l'uso di additivi con agenti espansivi per la limitazione del ritiro volumetrico (Stabilmac della MAC S.p.A. o equivalente).

L'APPALTATORE deve provvedere alla fornitura dell'additivo approvato dalla D.L., al trasporto e all'immagazzinaggio in cantiere, quindi al suo impiego con il rigoroso rispetto delle istruzioni sull'uso prescritte dal Produttore degli additivi stessi.

### 10.1.18 Coloranti

A richiesta della D.L. devono essere utilizzati appositi prodotti per conferire ai calcestruzzi per finitura strade una colorazione simile al terreno circostante in modo da minimizzare l'impatto di queste opere sull'ambiente; tali prodotti (tipo KAOLOR della Levocell o simili), devono essere approvati dalla D.L. sia come caratteristiche che come colorazioni.

## **11. ANCORAGGI, AMMARRI E INGHISAGGI**

### **11.1 PREDISPOSIZIONE IMPIANTISTICA DELL'AEROGENERATORE**

### **11.2 POSA IN OPERA DEGLI ANCHOR CAGE TORRE/FONDAZIONE**

All'interno del plinto di fondazione verrà annegato un anchor cage (gabbia di tirafondi), che costituisce il collegamento tra la torre ed il plinto.

Le strutture di interfaccia, sono fornite dal COMMITTENTE e vengono consegnate presso il cantiere di utilizzo; l'APPALTATORE è tenuto ad effettuare lo scarico degli automezzi, la movimentazione in cantiere con idonei mezzi (anche con l'ausilio di autogru), l'assemblaggio delle diverse parti dell'anchor cage fino al suo definitivo posizionamento sugli appositi sostegni (la cui fornitura e posa in opera è cura dell'APPALTATORE stesso), ponendo in atto tutti gli accorgimenti volti all'osservanza scrupolosa delle tolleranze previste per il posizionamento e la planarità secondo le disposizioni contenute nei disegni esecutivi o secondo le indicazioni della D.L. in corso d'opera, nonché ad impedire la deriva dei componenti metallici durante le fasi di getto e di presa del calcestruzzo, intendendosi con questo anche la fornitura di materiali ed attrezzature per il sostenimento dei pezzi e per ogni altra necessità del caso.

Durante il getto del cls. si deve porre attenzione affinché l'impasto avvolga i manufatti senza soluzione di continuità e non si creino sacche d'aria.

Il sistema di posizionamento dei componenti metallici stessi deve preventivamente essere concordato con la COMMITTENTE, ciò non solleva comunque l'APPALTATORE dalle responsabilità ed oneri derivanti da risultati difformi rispetto a quanto richiesto in progetto e da eventuali rifacimenti.

È cura ed onere dell'APPALTATORE ricondurre alle dovute tolleranze di posizionamento quei componenti che risultassero non adeguatamente collocati, mediante procedimenti meccanici esplicitamente approvati dalla COMMITTENTE; nei casi ove questo ripristino non possa condurre a risultati accettabili a giudizio della COMMITTENTE, l'APPALTATORE, sempre a sue spese, è tenuto alla demolizione e ricostruzione del manufatto in c/a, nonché alla fornitura delle nuove strutture di interfaccia occorrenti.

#### **11.2.1 Posa in opera tubazioni passacavi e bandella in acciaio**

Per completare la predisposizione di ciascun plinto in c.a. di fondazione degli aerogeneratori l'APPALTATORE deve prevedere nel relativo getto di calcestruzzo, con riferimento agli elaborati di progetto e secondo le disposizioni fornite dalla D.L., la

fornitura e posa di tubazioni passacavi e la fornitura e posa in opera di bandella in acciaio zincato da collegare all'impianto di terra. I documenti di riferimento sono i seguenti:

### **11.3 ANCORAGGI ED AMMARRI DI COMPONENTI VARI**

Laddove fosse previsto in progetto la collocazione di inserti in acciaio (tirafondi, piastre, profilati,, inserti scatolari ed altri manufatti metallici di fornitura dell'APPALTATORE), la posa in opera deve avvenire in genere mediante collegamento ai ferri di armatura del c.a., oppure mediante altro procedimento approvato dalla D.L., nelle posizioni indicate negli elaborati progettuali; la tolleranza ammissibile è, a getti eseguiti, di 1 mm in tutte le direzioni spaziali, salvo diversa definizione in loco della D.L.

La posa in opera dei suddetti manufatti metallici deve essere eseguita come descritto al punto precedente, proporzionalmente al tipo di manufatto, e deve essere preceduta da tutte le necessarie operazioni di pulizia/assemblaggio/montaggio dei componenti accessori (tirafondi, dadi, rondelle, dischi, guaine, etc.) nonché dai trattamenti di ingrassaggio ove previsti; il posizionamento dei manufatti può necessitare il provvisorio spostamento delle barre di armatura delle strutture già in opera e/o il loro adattamento.

### **11.4 CASSETTE PER INSTALLAZIONE TIRAFONDI**

Le cassette per installazione di tirafondi od altro, passanti o meno, da inserire nei getti di calcestruzzo ove richiesto dalla COMMITTENTE, devono essere eseguite con casseforme in rete d'acciaio a maglia tipo Pernervo - Metal o simili.

### **11.5 MALTE E BETONCINI ESPANSIVI**

La malta o betoncino espansivi per ancoraggio di tirafondi o imbottitura fra piastre metalliche e basamenti, etc. sono:

- per spessori fino a cm 2,5: malta premiscelata della BASF o prodotto equivalente;
- per spessori superiori a cm 2,5: betoncino eseguito con prodotti idonei della BASF o prodotto equivalente.

Tali prodotti, che devono essere privi di ritiro sia in fase plastica (UNI 8996) che in fase indurita (UNI 8147), devono essere preparati secondo le prescrizioni della Ditta produttrice.

## 11.6 ANCORAGGIO DI BARRE O TIRAFONDI A STRUTTURE ESISTENTI

Per l'ancoraggio a strutture murarie esistenti di barre d'armatura, tirafondi, piastre, ecc., si devono eseguire fori perpendicolari e/o inclinati su superfici verticali, orizzontali e inclinate con le prescrizioni descritte al paragrafo 2.13.2 Esecuzione di ori in strutture in c.a. o cls.

Le perforazioni possono essere eseguite sia per realizzare ancoraggi chimici che per realizzare ancoraggi con malte espansive. Le teste perforanti devono avere, nel primo caso diametro di circa 2 mm superiore al diametro del ferro da ancorare, nel secondo caso diametro almeno doppio di quello del ferro da ancorare; i fori devono essere accuratamente allineati e distanziati secondo le indicazioni e/o i disegni forniti dalla D.L. e ogni foro deve essere accuratamente pulito mediante getto di acqua in pressione, fino ad ottenere la restituzione di acqua limpida, successivamente i fori devono essere definitivamente asciugati con getto d'aria compressa.

### 11.6.1 Ancoraggi chimici

Gli ancoraggi delle barre in acciaio galvanizzato, classe 5.8 con dado esagonale e rondella, (tipo HAS per barre da M8 a M16 e HAS-E per barre M20 e M24 della HILTI o simili) alle strutture esistenti devono essere eseguite mediante fiale bicomponenti di resina (tipo HIT-HY 150 della HILTI o simili) procedendo come segue:

- si inietta la resina con apposita pompa miscelatrice in quantità sufficiente in relazione alla profondità ed al diametro del foro;
- si immette nel foro la barra da ancorare spingendola fino a far raggiungere alla barra il fondo del foro;
- immediatamente si deve far ruotare la barra all'interno del foro per tre o quattro volte affinché tutta la parete della stessa venga bagnata dalla resina di sigillatura e tutti gli spazi adiacenti vengano riempiti.

Le barre devono essere conservate in posizione, senza procedere ad ulteriori lavorazioni, per il tempo necessario a consentire la perfetta operatività dell'ancoraggio.

### 11.6.2 Ancoraggi con malte espansive

Nei fori devono essere inserite le barre da ancorare, provvedendo al bloccaggio provvisorio in posizione centrata rispetto al foro. L'interstizio tra foro e barra deve essere accuratamente riempito con malta espansiva a consistenza fluida per colature se necessario la suddetta malta deve essere iniettata con pompa pneumatica o con altra idonea attrezzatura; durante tale operazione, la barra deve essere ruotata manualmente

affinché tutta la parete della stessa venga bagnata dalla malta di sigillatura e tutti gli spazi adiacenti vengano riempiti.

Per la sigillatura a saturazione deve essere impiegata malta reoplastica premiscelata espansiva ed antiritiro ad alto potere adesivo all'acciaio e al cls, tipo EMACO S55. Durante la presa si deve garantire la conservazione del posizionamento con la precisione necessaria alle successive lavorazioni.

## 12. CASSEFORME PER OPERE IN CALCESTRUZZO

Per l'esecuzione dei getti in cls. si devono costruire casseri con l'esatta forma e dimensione prevista dai disegni di progetto, atti a resistere al peso della struttura, agli urti, nonché alle vibrazioni prodotte durante la posa del cls. Ove necessario le casserature debbono essere supportate da specifiche strutture di sostegno adatte ai volumi di cls da contenere e dalla quota in elevazione da raggiungere. La superficie dei casseri deve essere accuratamente pulita e, se necessario, trattata opportunamente per assicurare che la superficie esterna dei getti risulti regolare e perfettamente liscia.

Le casseforme (o casseri) devono essere costruite con tavole in legno o pannelli in legno o metallici di struttura adeguata all'opera da realizzare. Esse devono essere ben collegate tra loro ed irrigidite in modo da garantire l'esecuzione delle opere secondo i disegni di progetto senza deformazioni, "spanciamenti" e distacchi delle stesse durante il getto e la vibrazione.

In particolare, deve essere curata la tenuta delle connessioni in modo da evitare la fuoriuscita di boiaccia ed il conseguente smagrimento del calcestruzzo, specialmente in corrispondenza degli spigoli.

In generale gli spigoli, anche quelli dei giunti di dilatazione, ed anche quando non esplicitamente richiesto sui disegni, dovranno essere (senza alcun compenso) smussati con adeguati profili (20 x 20 o 15 x 15 mm a seconda dello spessore dei manufatti) fissati al cassero.

Per pareti e strutture più alte di 3 m la velocità del getto va rapportata al carico ammissibile del cassero.

Per particolari opere di notevole dimensione od importanza la struttura di sostegno dei casseri sarà opportunamente calcolata e dimensionata a cura dell'Appaltatore prima della messa in opera e sottoposta all'approvazione della Committente. I casseri vanno puliti prima del getto. Le aperture per la pulitura devono essere disposte soprattutto al piede dei pilastri e delle pareti e all'attacco degli sbalzi e nelle parti inferiori dei casseri delle travi.

Tiranti distanziatori di casseri all'interno del getto sono in generale ammessi a condizione che, dopo il disarmo, venga ripristinato adeguatamente il copriferro minimo e la regolarità della superficie con ritocchi opportuni di malta. Essi non sono viceversa ammessi per superfici "faccia a vista" o per opere (vasche pozzetti, ecc.) che necessitano garanzie di tenuta idraulica; per quest'ultimo caso la tecnica comune prevede l'uso di distanziatori tubolari in fibrocemento diam. 22 mm, completi di guarnizioni in pvc, tiranti metallici e n.4 tappi in fibrocemento da posare con colla bicomponente (doppio tappo su ogni estremità del distanziatore), con certificazione di impermeabilità

Per le fasi e le tecniche di disarmo si rimanda, in ogni caso, alle Norme Tecniche cui al D.M. 17.01.2018 ed alla UNI EN 206-1. Dopo il disarmo l'APPALTATORE, a sue spese,

deve curare l'asportazione di tutte le sbavature, tagliare tutti i tiranti metallici a 3 cm sotto la superficie del getto ed effettuare i rappezzi necessari, secondo quanto confacente al caso, previa approvazione da parte della D.L. delle modalità esecutive e delle malte da utilizzare. In funzione dell'opera da realizzare, le casserature possono essere realizzate con pannelli metallici, con pannellature di legno, e/o con l'impiego di tavole di abete dello spessore minimo di cm 2,5. Particolare cura è richiesta per la preparazione della cassaforma esterna di eventuali muri di retta, onde ottenere opere esteticamente apprezzabili.

Qualora previsto in progetto, o richiesto dalla D.L., la casseratura di talune strutture può essere realizzata in carpenteria metallica a perdere (con barre di armatura premontate) a cura dell'APPALTATORE; in questo caso tali manufatti sono compensati con altre voci di prezzo.

## 13. GIUNTI STRUTTURALI

Per separare strutture di diversa natura e permettere movimenti differenziali, ovvero per consentire la dilatazione delle strutture stesse, con o senza tenuta idraulica, si devono realizzare giunti come appresso descritto.

### 13.1 SEPARAZIONE STRUTTURALE

Separazione verticale tra fondazioni e terreno o tra strutture adiacenti di cls.:

deve essere realizzata mediante l'interposizione di lastre di polistirolo espanso, spessore 1-3 cm, tra le strutture da separare o giuntare.

Separazione tra strutture in acciaio e calcestruzzo (ove richiesto):

deve essere realizzata mediante interposizione tra le due strutture, di cartonfeltro bitumato dello spessore di mm. 2.

Separazione verticale tra strutture adiacenti in cls. con tenuta agli agenti atmosferici ed alle acque in genere:

deve essere realizzata mediante:

- separazione come previsto al precedente punto a);
- asportazione del polistirolo per la profondità di almeno 1 cm;
- spalmatura di primer da cls. per il mastice cui a seguito, sui due fronti della fuga precedentemente ottenuta previa pulizia da polvere od untuosità delle superfici di cls.;
- intasamento a rifiuto con mastice Sikaflex 1a o prodotto equivalente, mediante estrusione da siringa con apposita pistola;
- rasatura di pulizia del mastice esuberante.

### 13.2 GIUNTO DI TENUTA IDRAULICA

Deve essere così realizzato:

- inglobamento, durante il getto delle pareti o solette da giuntare, di nastro Sika 0-20 o 0-32 a seconda dello spessore delle strutture, sull'asse delle strutture stesse;
- interposizione, ai lati del nastro ed ortogonalmente al medesimo, di lastre di polistirolo espanso dello spessore di cm 2;
- asportazione, a getto solidificato e dal lato esposto alle acque, del polistirolo per una profondità di almeno cm 3;
- pulizia delle superfici di cls., all'interno della sede ottenuta, da polvere o untuosità;
- spalmatura della sede del giunto con primer GA della Sika o equivalente;

- riempimento della sede del giunto con resina epossidica "Colmagiunto" della Sika o equivalente, fino a cm 2 dalla superficie esterna;
- completamento del riempimento del giunto con malta di calce idraulica.

### 13.3 GIUNTO WATER-STOP

Per la ripresa di getto tra platee e pareti in c/a, quando sia richiesto dalla D.L., devono essere forniti e posti in opera cordoli espansivi composti da miscela di gomma butilica e bentonite sodica tipo WA RX della Soc. VOLTECO od equivalenti, a sezione rettangolare di mm 20x25 o di mm 10x15 in funzione dello spessore del calcestruzzo.

I cordoli devono essere posizionati, all'interno delle gabbie d'armatura delle pareti, nella mezzera dello spessore delle pareti stesse ed ivi bloccati mediante apposita rete metallica e mediante chiodatura ogni 20–30 cm di lunghezza.

I nastri rimangono pertanto inglobati nei getti di calcestruzzo delle pareti ed attiveranno la loro azione di impedimento delle infiltrazioni d'acqua solo nei casi in cui siano da questa raggiunti.

## 14. IMPERMEABILIZZAZIONI

### 14.1 MODALITÀ DI ESECUZIONE

#### 14.1.1 Preparazione delle superfici da impermeabilizzare

Le superfici e le solette da impermeabilizzare dovranno presentare pendenze regolari non inferiori all'1% su tutta la loro estensione ed essere lisci, coerenti, esenti da asperità o avvallamenti allo scopo di permettere il totale deflusso dell'acqua.

Gli spigoli e gli angoli dovranno essere arrotondati con un raggio di circa 6÷8 cm; eventuali riporti di malta cementizia devono risultare ben aderenti al supporto.

Durante la realizzazione e la rifinitura di una copertura impermeabile si dovrà curare al massimo la pulizia del cantiere e tutelare l'integrità del manto. Si dovrà evitare di lasciare sulla copertura ritagli di lamiera, pezzi di ferro o altri oggetti e spigoli che potrebbero penetrare nei manti.

I fori destinati ad accogliere i bocchettoni di scarico non dovranno presentare spigoli vivi e attorno al foro la soletta dovrà presentare un incavo profondo 1,5÷2 cm per evitare che lo spessore della flangia del bocchettone e degli strati impermeabilizzanti determinino un rialzo attorno al ferro con conseguente ristagno d'acqua; tutte le superfici da impermeabilizzare dovranno comunque essere asciutte, stagionate, lisce e prive di boiaccia, detriti, terriccio, ecc.

Per i risvolti verticali delle impermeabilizzazioni su parapetti in murature di terrazze o di ambienti e locali i cui pavimenti poggino su una impermeabilizzazione dovrà essere prevista una spicconatura di intonaci e tagli di murature per l'altezza richiesta e di profondità sufficiente per contenere l'impermeabilizzazione e l'intonaco in modo che quest'ultimo risulti a perfetto filo con quello della parte superiore alla zona verticale impermeabilizzata. Qualora al piede delle pareti impermeabilizzate venga costruita una zoccolatura, la profondità dell'incassatura dovrà essere tale da permettere alla zoccolatura di risultare a perfetto filo con la parete finita superiore.

Nel caso di coperture ad elementi prefabbricati in cls, anche se sigillati con riporto di cemento, le linee di unione degli elementi dovranno essere isolate dal manto ponendosi a cavallo strisce di membrana impermeabilizzante di larghezza 10÷20 cm totalmente indipendenti, cioè a secco, prima di stendere il manto impermeabile.

#### 14.1.2 Posa in opera

Devono essere eseguiti a perfetta regola d'arte e conformemente ai particolari costruttivi di progetto ed alle prescrizioni delle rispettive norme di esecuzione, previa pulizia,

regolarizzazione e preparazione (da comprendere nei prezzi) delle superfici da impermeabilizzare. E', quindi, previsto l'uso di speciali vernici, solventi, ecc. idonei ad assicurare la perfetta adesione delle opere finite alle sottostanti strutture, alle pareti d'ambito, ecc.

Al momento della esecuzione dei lavori il piano di posa dovrà comunque presentarsi ben tirato, pulito ed asciutto.

Nell'esecuzione dei lavori, l'Appaltatore dovrà adottare speciali provvedimenti atti a garantire una efficace tenuta dell'impermeabilizzazione in corrispondenza di fori, passaggi, corpi sporgenti, tubazioni, ecc.

Nelle impermeabilizzazioni eseguite con guaine queste dovranno essere posate nel pieno rispetto delle condizioni stabilite dalla Ditta fornitrice, con sovrapposizione dei teli di almeno 15 cm, saldature effettuate con procedimenti compatibili al supporto, risvolti ai setti emergenti sul piano dell'impermeabilizzazione, per almeno 30 cm sulle coperture.

Qualora nella struttura da impermeabilizzare fossero previsti dei giunti di dilatazione, l'Appaltatore dovrà adottare particolare cura nella loro esecuzione, secondo quanto previsto dal progetto o prescritto dalla Direzione Lavori.

A lavori ultimati, le impermeabilizzazioni dovranno presentare e mantenere nel tempo una perfetta integrità del manto; dovranno inoltre apparire esenti da fessure, borse, infiltrazioni di umidità, manomissioni e da altri difetti, anche se fossero causati da cedimenti delle strutture. L'impermeabilizzazione con guaine bituminose prefabbricate ad uno o più strati; dovrà essere eseguita sul piano di posa già predisposto e preparato con primer di natura bituminosa.

La posa delle guaine dovrà avvenire svolgendo preventivamente i rotoli sul piano di supporto, allineando e sovrapponendo i bordi di circa cm 15 e riavvolgendoli poi avendo cura che non si spostino.

I fogli dovranno essere successivamente srotolati e riscaldati nella parte inferiore con fiamma a gas liquido, in modo da determinare la fusione di un sottile strato superficiale; saranno infine fatti aderire al supporto e sui sormonti con una leggera pressione. Laddove indicato in progetto e/o nella descrizione del prezzo, l'applicazione a fiamma della prima guaina, potrà avvenire solamente sui bordi perimetrali e sui sormonti, mentre la seconda guaina sarà applicata a fiamma in aderenza totale alla prima.

I sormonti dovranno essere rifiniti a fiamma seguendo i bordi con l'aiuto di un apposito attrezzo riscaldato, avendo cura di non danneggiare il manto sottostante.

### 14.1.3 Certificazioni, campionature e prove garanzie

Sia i manti impermeabili, che le opere complementari d'impermeabilizzazione in genere, dovranno essere garantiti dall'Appaltatore per non meno di 10 anni, decorrendo tale termine dalla data di collaudo e di accettazione definitiva dell'opera.

Qualora entro il superiore termine dovessero venire lamentati difetti di impermeabilità nelle opere eseguite o degradazioni e difetti di qualunque genere (rigonfiamenti, crepe, fessurazioni, scollagli) le cui cause fossero attribuibili all'Appaltatore non essendo conseguenza di:

- danni imputabili alla Committenza od a terzi;
- mancanza di normali interventi di pulizia e manutenzione;
- manomissioni od alterazioni delle condizioni di esercizio previste;
- cedimenti o lesioni della struttura portante o del piano di posa di ampiezza superiore a quanto naturalmente ammissibile od accettabile (per strutture preesistenti o realizzate da altra Impresa).

Il Committente ne darà comunicazione scritta all'Appaltatore affinché, entro il termine massimo di 7 giorni venga provveduto all'eliminazione degli inconvenienti lamentati e degli eventuali danni conseguiti.

In difetto la Committenza, anche in deroga all'art. 1218 del Codice Civile, avrà la facoltà di procedere all'eliminazione dei danni verificatisi, addebitando all'Appaltatore le relative spese.

### 14.1.4 Campioni

L'Appaltatore dovrà presentare per l'approvazione una doppia serie di campioni dei materiali di impiego e dei nodi più significativi dei manufatti.

Detti campioni dovranno essere approvati dalla Direzione Lavori: una serie sarà conservata dall'Appaltatore ed una serie dal Committente. Senza l'approvazione scritta, da parte della Direzione Lavori, i lavori sia in officina che in cantiere, non potranno avere inizio.

### 14.1.5 Collaudi

Durante il corso dei lavori, a richiesta della Direzione Lavori, verranno prelevati dei campioni dei vari materiali per constatare la loro rispondenza alla presente specifica, secondo le modalità stabilite dal Collaudatore, sentiti il Progettista e la Direzione Lavori. I collaudi su tali campioni verranno eseguiti come previsto dal Contratto.

#### 14.1.6 Criteri di misurazione

Le impermeabilizzazioni su pareti verticali, su piani orizzontali od inclinati saranno valutate in base alla loro superficie effettiva, senza deduzione dei vani per camini, canne, lucernari ed altre parti emergenti, purché non eccedenti ciascuna la superficie di 1,00 m<sup>2</sup>; per le parti di superficie maggiore di 1,00 m<sup>2</sup>, verrà detratta l'eccedenza. In compenso non si terrà conto delle sovrapposizioni, dei risvolti e degli oneri comportati dalla presenza dei manufatti emergenti.

Nei prezzi dovranno intendersi compresi e compensati gli oneri di cui al presente documento, in particolare la preparazione dei supporti, sia orizzontali che verticali, la formazione dei giunti e la realizzazione dei solini di raccordo.

#### 14.1.7 Criteri di accettazione

Le opere eseguite si intenderanno accettate solo se rispondono a quanto prescritto per quanto riguarda i materiali da utilizzare e i criteri di posa.

Dovrà essere verificata la rispondenza delle opere eseguite a quanto richiesto nei disegni di progetto, sia per quanto riguarda le sagome, le pendenze e l'esattezza delle misure.

Si dovrà accertare inoltre che il manto sia integro, non abbia dato luogo a fessurazioni formazioni di borse, infiltrazioni di umidità ristagni d'acqua od a qualsiasi altro difetto.

Dovranno inoltre essere presentati dei certificati di prova indicanti le caratteristiche dinamico-fisiche richieste per manti impermeabilizzanti.

## 15. IMPERMEABILIZZAZIONI CON GEOCOMPOSITI

### 15.1 GUAINA BITUMINOSA

Al piano di stacco delle murature, ed ovunque richiesto dalla D.L., deve essere eseguita una impermeabilizzazione con guaina prefabbricata in bitume dello spessore non minore di 3 mm, opportunamente ancorata (anche a fiamma se richiesto) al supporto murario.

### 15.2 RIVESTIMENTO BITUMINOSO

Dove richiesto dalla D.L. (es.: parte inferiore della torre dell'aerogeneratore se a contatto diretto con il terreno) l'APPALTATORE deve fornire e porre in opera un rivestimento bituminoso costituito da bitumi selezionati emulsionati in acqua, cariche speciali di granulometria fine ed additivi tipo PLASTIMUL della COMMITTENTE MAPEI od altro prodotto equivalente di altra ditta di chiara fama, nazionale od estera.

#### 15.2.1 Preparazione del supporto

Le superfici sulle quali va effettuato il rivestimento bituminoso sono preliminarmente interessate, ove necessario, da interventi di risanamento e ripristino del calcestruzzo corticale e/o dell'intonaco sovrapposto e/o della pulitura e sgrassaggio se altre tipologie di superficie.

La preparazione del supporto per l'applicazione del rivestimento protettivo consiste quindi nella sua accurata pulizia mediante idrolavaggio in pressione; ove ritenuto necessario dalla D.L. si deve procedere alla sabbatura e/o idrosabbatura o altro idoneo procedimento di particolari zone del supporto; prima di procedere all'applicazione del rivestimento bituminoso la superficie da impermeabilizzare deve essere inumidita.

#### 15.2.2 Modalità di applicazione

Il rivestimento deve essere applicato a pennello o spatola, in almeno due strati, in ragione di 1 Kg/m<sup>2</sup> per superfici verticali e di 3.5 Kg/m<sup>2</sup> per superfici orizzontali.

Il primo strato (primerizzazione) deve essere composto dal prodotto diluito con il 45÷50% di acqua, mescolato fino ad omogeneità e steso a pennello; a completo asciugamento (dopo 3÷6 ore) si deve procedere all'applicazione del secondo strato, composto dal prodotto puro, a spatola o a pennello.

La D.L. può anche richiedere l'inserimento nel secondo strato -a fresco- di una rete in fibra di vetro a maglie quadre di 4x 4 mm al fine di migliorare la resistenza a trazione del prodotto; in tal caso il secondo strato deve essere applicato in due fasi, una prima a

spatola nello spessore non inferiore a 2 mm successiva applicazione della rete e quindi stesa di una seconda mano di prodotto puro, nello spessore non inferiore a 1 mm.

La temperatura ambiente non deve essere inferiore a + 5°C.

Il rivestimento non va applicato in caso di pioggia imminente.

### 15.2.3 Pasta bituminosa

La pasta di asfalto per stratificazioni impermeabilizzanti di terrazzi, coperture, fondazioni, ecc., risulterà dalla fusione di:

- 60 parti in peso di mastice di asfalto naturale (in pani);
- 4 parti in peso di bitume naturale raffinato;
- 36 parti in peso di sabbia vagliata, lavata e ben secca.

Nella fusione i componenti saranno ben mescolati perché l'asfalto non carbonizzi e l'impasto diventi omogeneo.

La pasta di asfalto sarà distesa a strati e a strisce parallele, dello spessore prescritto con l'ausilio delle opportune guide di ferro, compressa e spianata con la spatola e sopra di essa, mentre è ancora ben calda, si spargerà della sabbia silicea di granulometria fine uniforme la quale verrà battuta per ben incorporarla nello strato asfaltico.

Nelle impermeabilizzazioni eseguite con l'uso di cartafeltro e cartonfeltro questi materiali avranno i requisiti prescritti e saranno posti in opera mediante i necessari collanti con i giunti sfalsati.

Qualsiasi impermeabilizzazione sarà posta su piani predisposti con le opportune pendenze.

Le impermeabilizzazioni, di qualsiasi genere, dovranno essere eseguite con la maggiore accuratezza possibile (specie in vicinanza di fori, passaggi, cappe, ecc.); le eventuali perdite che si manifestassero in esse, anche a distanza di tempo e sino al collaudo, dovranno essere riparate ed eliminate dall'APPALTATORE, a sua cura e spese, compresa ogni opera di ripristino.

## **16. IMPERMEABILIZZAZIONE FONDAZIONE AEROGENERATORE**

Nel caso del plinto si dovrà distinguere il trattamento impermeabilizzante del colletto ed il trattamento di impermeabilizzazione del resto del plinto.

### **16.1 TRATTAMENTO IMPERMEABILIZZANTE DEL COLLETTO**

Il colletto della fondazione sarà impermeabilizzato secondo le specifiche contenute nel documento Annex 2.7.7.2 - Sistema di sigillatura rinforzato SWI per fondazioni CA - 0070-1187\_V03 che si intende allegato al presente documento. Lo scopo di questo documento è fornire i requisiti su come sigillare la malta cementizia e il calcestruzzo del colletto.

La specifica prevede l'utilizzo di Triflex Towersafe come sistema di impermeabilizzazione sviluppato appositamente per le turbine eoliche.

Triflex Towersafe è un impermeabilizzante permanentemente elastico con rinforzo in tessuto non tessuto flessibile per uso speciale per turbine eoliche. La sua forma liquida permette di impermeabilizzare anche i dettagli complessi, senza lasciare cuciture o giunture.

Per le modalità operative si faccia riferimento al documento prima richiamato.

### **16.2 TRATTAMENTO IMPERMEABILIZZANTE DEL PLINTO CON PENETRON**

L'intervento riguarda la fornitura e posa in opera a pennello, su superfici bagnate a rifiuto con la capillarità aperta, di boiaccia di cemento a penetrazione capillare, per l'impermeabilizzazione strutturale per cristallizzazione con protezione chimica integrale del calcestruzzo e delle armature, detto materiale composto da cemento, quarzo e speciali additivi chimici, deve generare all'interno dei pori e della capillarità del getto, una formazione cristallina molecolare, penetrando fin dove è presente l'umidità, creando una barriera all'acqua ed ai contaminanti, anche in presenza di pressioni idrostatiche negative. Il materiale penetrato oltre ad aumentare la resistenza a compressione del calcestruzzo mantenendo la sua permeabilità al vapore deve essere in grado di sigillare, in presenza d'acqua, eventuali microfessure. Il materiale dovrà essere miscelato meccanicamente con acqua potabile secondo le indicazioni fornite dal produttore, steso a pennello, in quantità complessiva non inferiore a 1,0 kg/m<sup>2</sup> per mm di spessore, con esclusione della preparazione e pulizia del supporto da eseguirsi tramite idropulitrice o idrosabbatrice o scarificatrice in funzione delle caratteristiche della superficie

da trattare, che dovrà essere bagnata a rifiuto. Le superfici impermeabilizzate, dovranno essere idratate e protette secondo le indicazioni riportate nelle schede tecniche del produttore sia contro l'essiccazione rapida che contro eventuali forme di dilavamento, restano esclusi eventuali ponteggi e ripristini dei difetti del calcestruzzo, come nidi di ghiaia, ferri passanti, riprese di getto ecc. da compensare a parte, compreso ogni altro onere occorrente per dare il prodotto in opera a perfetta regola d'arte- per spessori fino a 1 mm

Le superfici del plinto in calcestruzzo dovranno essere trattate con il PENETRON STANDARD e dovranno risultare strutturalmente solide e coese, esenti da inquinamenti e da qualsiasi sostanza o rivestimento che possa impedirne l'adesione. Il supporto dovrà essere bagnato ripetutamente e presentarsi, al momento dell'applicazione, umido a rifiuto ma esente da acqua libera in superficie.

Miscelare con agitatore meccanico lento la polvere di PENETRON® Standard e acqua potabile in rapporto 5:2 per applicazione a pennello (superfici verticali), circa 9-10 litri di acqua ogni latta da

25 kg. di polvere, o a spazzolone (superfici orizzontali) e in rapporto 5:2-2,50 per applicazioni a spruzzo con apposite macchine spruzzatrici di malte e boiacche fini a tramoggia.

La boiaccia ottenuta avrà una consistenza cremosa-mielosa, più fluida di una malta ma più densa di una pittura.

La quantità d'acqua necessaria può variare di poco in relazione alla temperatura ambientale e al grado di umidità e porosità del supporto. L'impasto ottenuto andrà utilizzato entro 30-40 minuti dalla preparazione.

Si consiglia di preparare la boiaccia nella quantità proporzionata al metodo di applicazione e di tenere mescolato l'impasto durante la vita utile **SENZA AGGIUNGERE ULTERIORE ACQUA.**

Il consumo di polvere PENETRON® Standard varia in funzione del supporto (più o meno regolare e poroso) da 1,00 a 1,50 kg al mq in totale di polvere.

Lo spessore finale del rivestimento sarà attorno al millimetro (da 0,9 a 1,2 mm).

Il numero di mani può variare da 1 a 2, in funzione del sistema applicativo utilizzato e dalla manualità dell'operatore, il secondo strato andrà applicato quando il primo risulterà indurito, ma ancora leggermente umido.

La boiaccia **NON** è una malta rasante e non può essere lamata. **NON** è lo spessore che determina l'impermeabilità e l'efficienza del sistema, bensì è l'omogeneità e la continuità del trattamento che dovrà rivestire uniformemente, vaiolature comprese, tutta la superficie.

Limiti d'impiego e avvertenze

Applicabile a temperature da +5° a + 35° del supporto e dell'ambiente.

Prestare attenzione ai supporti gelati prima dell'applicazione e alle gelate improvvise durante la fase d'indurimento (prime 2-3 ore).

Il Rivestimento è sensibile alle precipitazioni atmosferiche nelle prime 6 ore di maturazione.

Il PENETRON STANDARD non può essere aggiunto nel mix design dei calcestruzzi come additivo (vedi PENETRON ADMIX e relativa scheda tecnica).

Come tutti i materiali cementizi anche la boiaccia di PENETRON STANDARD risulta rigida

rispetto ai fenomeni fessurativi dinamici propri di strutture fuori terra, soggette a particolari movimenti o con carenze statiche progettuali.

Il trattamento in boiaccia di PENETRON® Standard non è una finitura estetica e per la sua reattività e permeabilità al vapore non tollera finiture pellicolari.

Non è compatibile con primers e finiture sintetiche di qualsiasi natura (acrilici, vinilici, poliuretanic, epossidici) e con malte polimero cemento bi o tricomponenti.

Non coprire la boiaccia con riporti di malta di spessore inferiore a 10 mm.

Non applicare la boiaccia su riporti di malta di spessore inferiori a 10 mm.

Applicato in spinta positiva (immersione continua o saltuaria), in ambienti fortemente umidi o esposto agli eventi atmosferici il rivestimento schiarisce assumendo una colorazione omogenea biancastra.

Applicato in spinta negativa il rivestimento assumerà una colorazione biancastra disomogenea con la formazione di macchie bianche localizzate nei punti di reazione al contatto con umidità e acqua in controspinta.

La versione WHITE contiene cementi bianchi che danno il colore bianco finale al trattamento, la sua applicazione in spinta positiva o in ambiente fortemente umido o esposto agli agenti atmosferici non altera la colorazione bianca finale, bensì qualora lavorasse con umidità o acqua in controspinta la reazione cristallizzante potrebbe portare in superficie i sottoprodotti formando macchie localizzate da giallognole a marroncine.

## 17. ACCIAIO PER CEMENTO ARMATO

L'acciaio deve corrispondere alle caratteristiche specificate dalle Norme Tecniche cui al D.M. 17.01.2018. Deve essere impiegato acciaio in barre ad aderenza migliorata del tipo B450C (D.M. 17.01.2018), controllato in stabilimento, per le opere principali.

Le reti elettrosaldate devono corrispondere alle caratteristiche specificate dalla Norme Tecniche cui al D.M. 17.01.2018. Le dimensioni della maglia, il diametro del filo e la misura base dei pannelli sono stabiliti dalla COMMITTENTE.

L'APPALTATORE deve fornire i certificati di controllo, come prescritto dalla normativa succitata, per ciascuna partita di acciaio approvvigionato, in originale e copia conforme all'originale ai sensi dell'Art. 14 della Legge n. 15 del 4/01/1968 (e succ. modifiche, sostituzioni e/o integrazioni). La D.L. provvede, in cantiere, al prelievo dei vari spezzoni da sottoporre agli accertamenti sulle caratteristiche fisico-chimiche, coerentemente a quanto disposto al D.M. 17.01.2018 e nella Circolare del Ministero LL.PP n. 29010 dell'1/09/1987; detti spezzoni vengono inviati ad un Laboratorio Ufficiale di analisi a cura e spese dell'APPALTATORE al quale spettano anche gli oneri relativi alle prove stesse.

La costruzione delle armature e la loro messa in opera devono effettuarsi secondo le prescrizioni delle vigenti leggi per le opere in c.a. L'armatura deve essere posta in opera nelle casseforme, secondo le posizioni assegnate dai disegni di progetto, facendo particolare attenzione che le parti esterne di detta armatura vengano rivestite del prescritto spessore di calcestruzzo (copriferro).

Si richiama l'attenzione sulla necessità di provvedere alla prefabbricazione ed al premontaggio delle armature relative alle principali strutture in c.a.; si fa inoltre presente che la suddetta tecnica di premontaggio deve, ove possibile, essere applicata nel modo più generalizzato anche alle altre opere, previa approvazione da parte della D.L. dei sistemi di attuazione.

L'APPALTATORE deve provvedere al reintegro delle connessioni, mediante saldatura elettrica, dei fili di orditura dei pannelli eventualmente dissaldatisi durante i trasporti o nella posa in opera. I pannelli di rete devono essere mantenuti distanti dalle murature, casseri, roccia od altro, a mezzo di appositi distanziatori e devono essere legati o saldati alle armature eventualmente esistenti. La mancanza dei distanziatori atti alla realizzazione di un adeguato copriferro preclude l'autorizzazione al getto da parte della D.L.

### 17.1 ACCIAIO A ADERENZA MIGLIORATA (D.M.17/01/2018 P.TO 11.3.2.10.4 E CM 617 2/2/2009 P.TO 11.3)

La normativa prevede due tipi di acciaio per cemento armato, B450C e B450A, che devono essere saldabili e ad aderenza migliorata, ovvero dotati di nervature o indentature

trasversali, uniformemente distribuite sull'intera lunghezza, atte ad aumentarne l'aderenza al conglomerato cementizio.

È ammesso esclusivamente l'impiego di acciai qualificati:

- quelli laminati a caldo denominati B450C (ad alto grado di duttilità)
- quelli trafilati a freddo denominati B450A (a basso grado di duttilità)

Entrambi sono caratterizzati dai seguenti valori nominali delle tensioni di snervamento e rottura:

- $f_y \text{ nom} = 450 \text{ N/mm}^2$
- $f_t \text{ nom} = 540 \text{ N/mm}^2$

Gli acciai laminati a caldo B450C devono rispettare i requisiti indicati nella tabella 1 riportata nell'immagine seguente.

Gli acciai trafilati a freddo B450A devono rispettare i requisiti indicati nella tabella 2 riportata nell'immagine seguente.

tabella 1	
Tensione caratteristica di snervamento $f_{yk}$	$\geq 450 \text{ (N/mm}^2\text{)}$
Tensione caratteristica di rottura $f_{tk}$	$\geq 540 \text{ (N/mm}^2\text{)}$
( $f_t/f_y$ ) <sub>k</sub> rottura unitaria/snervamento unitario	$\geq 1,15$
( $f_y/f_y \text{ nom}$ ) <sub>k</sub> snervamento unitario/450 N/mm <sup>2</sup>	$\leq 1,35$
Allungamento (Agt) <sub>K</sub>	$\leq 1,25$
Diametro del mandrino utilizzato per prove di piegamento a 90° e successivo raddrizzamento per almeno di 20° senza cricche	$\geq 7,5\%$
	4ø per ø < 12 mm
	5ø per 12 ≤ ø ≤ 16 mm
	8ø per 16 < ø ≤ 25 mm
	10ø per 25 < ø ≤ 50 mm

tabella 2	
	<b>CARATTERISTICHE</b>
Tensione caratteristica di snervamento $f_{yk}$	$\geq 450 \text{ (N/mm}^2\text{)}$
Tensione caratteristica di rottura $f_{tk}$	$\geq 540 \text{ (N/mm}^2\text{)}$
( $f_t/f_y$ ) <sub>k</sub> rottura unitaria/snervamento unitario	$\geq 1,05$
( $f_y/f_y \text{ nom}$ ) <sub>k</sub> snervamento unitario/450 N/mm <sup>2</sup>	$\leq 1,25$
Allungamento (Agt) <sub>K</sub>	$\geq 2,5\%$
Diametro del mandrino utilizzato per prove di piegamento a 90° e successivo raddrizzamento per almeno di 20° senza cricche	4ø per ø ≤ 10 mm

Tabella 5

La prova di piegamento e raddrizzamento si esegue a temperatura ambiente di  $20 + 5^\circ\text{C}$ , piegando la provetta a  $90^\circ$ , mantenendola poi per 60 minuti in forno a  $100^\circ\text{C}$ , procedendo successivamente al suo raffreddamento in aria ed al parziale raddrizzamento per almeno  $20^\circ$ .

Dopo la prova il campione non deve presentare rotture, cricche od altre alterazioni.

Gli acciai B450C, se prodotti in barre, hanno diametro compreso tra 6 e 40 mm, mentre se prodotti in rotoli hanno diametro minore o uguale a 16 mm.

Gli acciai B450A se prodotti in barre hanno diametro compreso tra 5 e 10 mm, mentre se prodotti in rotoli hanno diametro minore o uguale a 10 mm.

Per gli acciai trafilati a freddo, ivi compresi i rotoli, le proprietà meccaniche sono determinate su provette mantenute prima per 60 minuti a  $100 + 10^\circ\text{C}$  e successivamente

raffreddate in aria calma a temperatura ambiente. Il trattamento ha lo scopo di rilassare rapidamente il materiale, le cui fibre rimangono in tensione dopo la lavorazione.

### 17.1.1 Prodotti qualificati

Gli acciai per essere impiegati devono essere qualificati.

Per esserlo devono provenire da acciaierie che hanno ricevuto da parte del Consiglio Superiore dei LL.PP. l'attestato di qualificazione.

In detto certificato è riportato il nome dell'acciaieria, lo stabilimento di produzione, il marchio, la saldabilità, il diametro, se si tratta di barre o di rotoli, etc. (catalogo schede sul sito web del Ministero delle Infrastrutture e Trasporti).

### 17.1.2 Controlli di accettazione in cantiere

I controlli di accettazione in cantiere sono obbligatori. È opportuno che gli stessi siano effettuati prima della messa in opera del lotto di spedizione e, comunque, entro 30 giorni dalla data di consegna del materiale.

Tre forme di controllo sono obbligatorie per tutte le tipologie di acciaio:

- 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.

### 17.1.3 Forniture e documentazione di accompagnamento

Tutte le forniture di acciaio devono essere accompagnate dalla copia dell'attestato di qualificazione rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

Il riferimento dell'Attestato deve essere riportato sul documento di Trasporto.

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

Il Direttore dei Lavori, prima della messa in opera del prodotto, è tenuto a verificare quanto sopra indicato e a rifiutare eventuali forniture non conformi.

### 17.1.4 Identificazione del produttore

Su un lato della barra/rotolo vengono riportati dei simboli che identificano l'inizio di lettura del marchio (due barre ingrossate consecutive), l'identificazione della nazione e dello stabilimento.

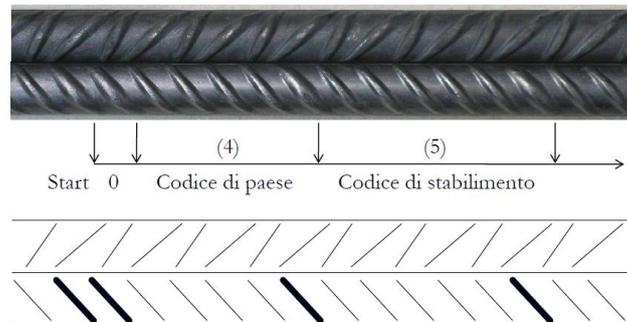


Figura 1

### 17.1.5 Centri di trasformazione

Si definisce Centro di Trasformazione, nell'ambito degli acciai, un impianto esterno al cantiere che riceve dal produttore di acciaio elementi base (barre, rotoli, reti, ecc.) e confeziona elementi strutturali direttamente impiegabili, quali ad esempio elementi saldati e/o presagomati (staffe, ferri piegati, ecc) o preassemblati (gabbie di armatura) pronti per la messa in opera.

Il Centro di Trasformazione deve dotarsi di un sistema di gestione della qualità, certificato da un organismo di adeguata competenza che opera in coerenza con la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17021:2006.

I Centri di Trasformazione sono tenuti ad eseguire presso un laboratorio autorizzato una serie di controlli atti a garantire la permanenza delle caratteristiche sia meccaniche che geometriche del materiale originario anche sul prodotto lavorato.

I Centri di Trasformazione sono tenuti a dichiarare, depositando prescritta documentazione, la loro attività al Servizio Tecnico Centrale, il quale dichiara poi l'avvenuta presentazione della suddetta dichiarazione. Essa deve essere confermata annualmente al suddetto Servizio Tecnico Centrale previa dichiarazione che nulla è variato rispetto al precedente deposito ovvero siano descritte le variazioni avvenute. In sostanza una sorta di carta di identità del Centro stesso che risulti inequivocabilmente "identificabile". Scopo principale dell'operazione di qualifica del Centro di Trasformazione è quello di bloccare tutti i materiali di provenienza sconosciuta.

I requisiti minimi del Centro sono: 1. Avere al proprio interno un direttore tecnico in grado di leggere i progetti oltre che di controllare la produzione, 2. Avere un Sistema di Qualità per la gestione di procedure e documentazione.

Sul sito web del Ministero delle Infrastrutture e Trasporti, Servizio Tecnico Centrale della Presidenza Del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici sono elencati i Centri di Trasformazione con "Dichiarazione di attività", nonché tutte le schede degli acciai qualificati.

Ogni fornitura in cantiere deve essere accompagnata da:

- Dichiarazione sul documento di trasporto degli estremi dell'attestato di avvenuta dichiarazione di attività rilasciata dal Servizio Tecnico Centrale, recante il logo o il marchio del Centro di Trasformazione.
- Attestazione inerente l'esecuzione delle prove di controllo interno fatte eseguire dal Direttore Tecnico del Centro di Trasformazione con l'indicazione dei giorni nei quali la fornitura è stata lavorata. Il Direttore dei Lavori inoltre può richiedere copia dei certificati relativi alle prove effettuate nei giorni in cui la lavorazione è stata effettuata.
- Il Direttore dei Lavori è tenuto a rifiutare eventuali forniture non conformi.
- La documentazione suddetta deve essere prodotta dal Direttore dei Lavori al Collaudatore che riporterà nel certificato di collaudo gli estremi del centro di trasformazione che ha fornito il materiale lavorato.

#### 17.1.6 Definizioni

Lotto di produzione: riferito a produzione continua, ordinata cronologicamente mediante contrassegni al prodotto finito (rotolo, bobina di trefolo, fascio di barre, ecc.). Deve avere valori omogenei delle grandezze nominali (dimensionali, meccaniche, di formazione) ed è compreso tra 30 e 120 t.

Forniture: lotti formati da massimo 90 t, costituiti da prodotti aventi valori delle grandezze nominali omogenee.

Lotti di spedizione: lotti formati da massimo 30 t, spediti in un'unica volta, costituiti da prodotti aventi valori delle grandezze nominali omogenee.

Gli acciai devono essere prodotti con un sistema permanente di controllo interno della produzione in stabilimento (in assenza di norma armonizzata, il sistema di gestione della qualità deve essere coerente con la UNI EN ISO 9001:2008).

Tutti i prodotti in acciaio per impiego strutturale devono essere qualificati.

La valutazione della conformità del controllo di produzione in stabilimento e del prodotto finito è effettuata:

- mediante marcatura CE, quando sia applicabile (ad es. i laminati e i relativi profilati IPE, HE, UPN, ecc. devono essere provvisti obbligatoriamente di marcatura CE)
- attraverso la qualificazione del Servizio Tecnico Centrale (STC) L'attestato di qualificazione rilasciato da tale ente ha validità 5 anni.

- Le forniture di acciaio provenienti dallo stabilimento di produzione devono essere accompagnate:
- Nel caso in cui sussista l'obbligo della marcatura CE:
  - da copia della Dichiarazione di conformità CE, riportante un timbro in originale con almeno la data di spedizione ed il destinatario
  - dal documento di trasporto con la data di spedizione ed il riferimento alla quantità, al tipo di acciaio, al destinatario.
- Nel caso in cui non sussista l'obbligo della marcatura CE:
  - da copia dell'attestato di qualificazione del Servizio Tecnico Centrale, riportante un timbro in originale con almeno la data di spedizione ed il destinatario
  - dal documento di trasporto con la data di spedizione ed il riferimento alla quantità, al tipo di acciaio, al destinatario.
- Qualora le forniture siano effettuate da un commerciante intermedio devono essere accompagnate da copia dei documenti rilasciati dal Produttore e completati con il riferimento al documento di trasporto del commerciante stesso.

Il Direttore dei Lavori prima della messa in opera, è tenuto a verificare quanto sopra indicato ed a rifiutare le eventuali forniture non conformi, ferme restando le responsabilità del produttore.

Ciascun prodotto qualificato deve costantemente essere riconoscibile per quanto concerne le caratteristiche qualitative e riconducibile allo stabilimento di produzione tramite marchiatura indelebile depositata presso il STC, dalla quale risulti, in modo inequivocabile, il riferimento all'Azienda produttrice, allo Stabilimento, al tipo di acciaio ed alla sua eventuale saldabilità

La mancata marchiatura, la non corrispondenza a quanto depositato o la sua illeggibilità, anche parziale, rendono il prodotto non impiegabile.

Qualora l'unità marchiata venga scorporata, per cui una parte, o il tutto, perda l'originale marchiatura del prodotto è responsabilità sia degli utilizzatori sia dei commercianti documentare la provenienza mediante i documenti di accompagnamento del materiale e gli estremi del deposito del marchio presso il Servizio Tecnico Centrale.

Il campionamento, si legge nella sopracitata Circolare, viene generalmente effettuato su tre diversi diametri opportunamente differenziati nell'ambito di ciascun lotto di spedizione, in numero di 3 spezzoni (di 1,30 m, come solitamente richiesto), marchiati, per ciascuno dei diametri selezionati, 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.

Qualora la fornitura di elementi sagomati o assemblati provenga da un centro di trasformazione, il Direttore dei Lavori, dopo essersi accertato che esso abbia i requisiti

previsti dal D.M.17/01/2018, si potrà recare presso il medesimo centro dove, il Direttore Tecnico del Centro di Trasformazione, preleverà i campioni da inviare presso un laboratorio autorizzato secondo le disposizioni dello stesso Direttore dei Lavori, munendoli di sigle, etichettature indelebili, ecc. che assicurino che essi sono effettivamente quelli prelevati.

I valori di resistenza ed allungamento di ciascun campione, accertati secondo la norma UNIEN ISO 15630-1:2004, da eseguirsi comunque prima della messa in opera del prodotto, riferiti ad uno stesso diametro, devono essere compresi tra i valori minimi e massimi riportati nella tabella seguente.

Caratteristica		Valore limite		note
Tensione di snervamento	$f_y$ minima	425	(N/mm <sup>2</sup> )	(450-25) N/mm <sup>2</sup>
Tensione di snervamento	$f_y$ massima	572	(N/mm <sup>2</sup> )	(450 x(1,25+0,02)) N/mm <sup>2</sup>
Agt minimo		<:,6,0%		per acciai B450C
Agt minimo		<:,2,0%		per acciai B450A
Rottura unitaria/snervamento unitario		1,13:5 (ftlfY):5 1,37		per acciai B450C
Rottura unitaria/snervamento unitario		ftlfy <': 1,03		per acciai B450A
Piegamento/raddrizzamento		Senza cricche		per tutti

Tabella 6

Se i tre risultati della prova soddisfano i valori indicati nella suddetta tabella, il lotto consegnato è da considerarsi conforme.

Se ciò non accadesse, il lotto va considerato conforme solo se la media di 10 ulteriori provini è maggiore del valore caratteristico e i singoli valori saranno compresi tra il valore minimo ed il valore massimo sopra riportati.

Il prelievo di questi ulteriori 10 provini va fatto alla presenza del produttore o suo rappresentante, che potrà anche assistere all'esecuzione delle prove in Laboratorio.

Se anche i tre risultati della prova soddisfano i valori indicati nella suddetta tabella, il lotto consegnato è da considerarsi conforme, il lotto deve essere respinto ed il risultato segnalato al Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori pubblici.

Riassumendo: la CM 617 - capitolo 11.3.2.1004 - puntualizza che i controlli di accettazione in cantiere sono obbligatori e devono essere svolti entro 30 giorni dalla data di consegna del materiale. Il campionamento deve essere effettuato su tre diversi diametri,

opportunamente differenziati nell'ambito di ciascun lotto di spedizione, in numero di tre spezzoni, marchiati per ciascuno dei diametri selezionati, 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. (lunghezza spezzone richiesta =130 cm). Inoltre, si ribadisce che gli stabilimenti di produzione di acciai qualificati non sono tenuti ad allegare alle forniture copia dei certificati rilasciati dal Laboratorio incaricato che effettua i controlli periodici di qualità. Si precisa al riguardo, che i predetti certificati non sono significativi ai fini della fornitura, trattandosi di documenti riservati al servizio tecnico centrale per i controlli semestrali nell'ambito del mantenimento e rinnovo della qualificazione. Tali certificati, peraltro, non possono sostituire i certificati relativi alle prove effettuate dal direttore dei lavori, che devono essere rilasciati dai laboratori nell'ambito dei controlli obbligatori di cantiere.

## **17.2 RETI ELETTROSALDATE**

Vanno effettuate le prove di trazione, piegamento e distacco al nodo su entrambi i fili delle reti e sui correnti dei tralicci, verificando che la rottura avvenga al di fuori dei punti di saldatura.

Le reti ed i tralicci realizzati con acciaio B450 C hanno un diametro compreso tra 6 e 16 mm, mentre quelli realizzati con acciaio B450 A hanno diametro compreso tra 5 e 10 mm. Per effettuare le prove sono necessari 3 campioni di 120 x 120 cm per le reti e tre campioni di 150 cm di lunghezza per i tralicci (dimensioni richieste da gran parte dei Laboratori ALP).

## **17.3 PROFILATI D'ACCIAIO**

Per ogni fornitura di 30 t occorre un controllo su di un minimo di tre saggi (almeno uno sullo spessore minimo ed uno sullo spessore massimo). Per i profilati IPE, HE le provette per la prova vanno ricavate solamente dalle ali.

Sulle provette ricavate dal profilato, oltre alla prova di trazione, verrà eseguita la prova di piegamento e di resilienza. Nella prova di piegamento non devono comparire cricche mentre il valore della resilienza non deve essere inferiore a 27J.

## 18. CARATTERISTICHE MECCANICHE ACCIAIO

### 18.1 MODULO ELASTICO

Il valore del modulo elastico  $E_s$  dell'acciaio è indipendente dalla resistenza del materiale. Il D.M.17/01/2018 non dà indicazioni specifiche per le barre per cemento armato, ma suggerisce il valore 210.000 MPa per la carpenteria metallica.

### 18.2 ADERENZA ACCIAIO-CALCESTRUZZO TENSIONI DI ADERENZA SECONDO NORMATIVA

La solidarietà tra calcestruzzo e barre d'acciaio è garantita dall'aderenza che si sviluppa lungo la superficie di una barra immersa nel calcestruzzo, assicurando così la trasmissione di sforzi di scorrimento (tensioni di aderenza) tra i due materiali. Essa è dovuta sia all'adesione chimica molecolare, che alla compenetrazione geometrica, legata alla scabrosità delle superfici di contatto.

### 18.3 LUNGHEZZA DI ANCORAGGIO

Per impedire lo sfilamento di una barra da un blocco di calcestruzzo, è necessario che essa vi sia immersa per una lunghezza tale da consentire la trasmissione al calcestruzzo dell'intera forza di trazione esercitata dalla barra.

Un valore base di riferimento della lunghezza di ancoraggio può essere considerato

$$l_b = \sigma_{sd} \varphi / 4 f_{bd},$$

dove  $\sigma_{sd}$  è la tensione di progetto che sollecita la barra, mentre  $f_{bd}$  è la tensione di aderenza.

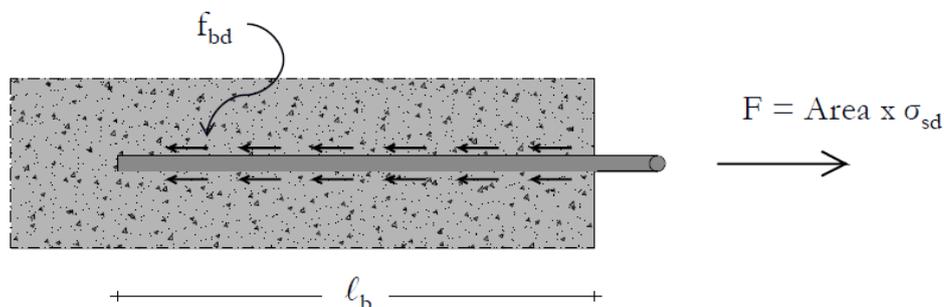


Figura 2

## 18.4 LUNGHEZZA DI ANCORAGGIO

L'ancoraggio di una barra può essere realizzato in diversi modi: dritto, a piega o a gancio (uncini).

L'ancoraggio delle barre può essere utilmente migliorato mediante uncini terminali. Se presenti, essi possono essere computati nella effettiva misura del loro sviluppo in asse alla barra. In assenza di uncini la lunghezza di ancoraggio deve essere in ogni caso non minore di 20 diametri, con un minimo di 150 mm.

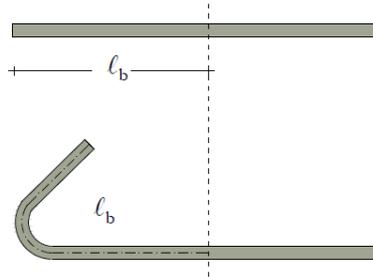


Figura 3

## 18.5 GIUNZIONI PER SOVRAPPOSIZIONE SECONDO NORMATIVA

Poiché le barre hanno lunghezza limitata, è spesso necessario effettuare delle giunzioni. Le sovrapposizioni vanno fatte preferibilmente nelle zone compresse o di minore sollecitazione.

La lunghezza del tratto di sovrapposizione ( $l_0$ ) non deve essere inferiore a 20 volte il diametro della barra. La distanza mutua (interferro) nella sovrapposizione non deve superare 4 volte il diametro.

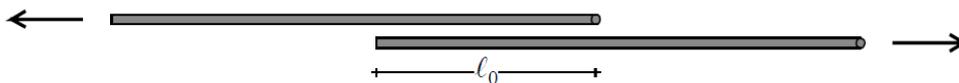


Figura 4

## 18.6 MANUFATTI VARI IN ACCIAIO

Qualora previsto negli elaborati progettuali o quando prescritto dalla D.L. durante il corso dei lavori, l'APPALTATORE deve procedere alla fornitura o alla costruzione ed alla conseguente posa in opera di manufatti di ogni tipo e dimensioni (carpenteria o pezzi speciali lavorati con macchina utensile) in acciaio Fe 360 - Fe 430 - Fe 510 nei gradi A-B-C, come previsto nel D.M. 17.01.2018 (e successive sostituzioni, modifiche e/o integrazioni), secondo i disegni di progetto, le indicazioni della D.L. della COMMITTENTE e le prescrizioni della COMMITTENTE stessa.

I manufatti in argomento devono essere accompagnati dalla certificazione attestante la qualità del materiale utilizzato per la costruzione; la D.L. può richiedere in qualunque momento il prelievo di campioni dai manufatti o dai semilavorati in officina, e la esecuzione di prove di qualifica (chimica-fisico-meccanica.) presso i laboratori ufficiali. La D.L. si riserva di effettuare, anche presso l'officina di costruzione dei manufatti, le verifiche ed i controlli che ritiene opportuni. Sia durante i controlli suddetti, che all'atto della posa in opera dei manufatti, la D.L. può richiedere la modifica e/o la sostituzione dei medesimi qualora non rispondenti alle caratteristiche richieste oppure non realizzati a regola d'arte.

Tirafondi, dime di posizionamento, piastre di inghisaggio, etc. (ad esclusione di quelli relativi al sistema di interfaccia per i fusti degli aereogeneratori)

Da realizzare mediante lavorazione a macchina utensile ed assiemaggio per elettrosaldatura, completi di dadi - rosette - cappucci di protezione e quant'altro occorrente, da posizionare in opera con le prescrizioni cui al precedente Articolo "ANCORAGGI ED AMMARRI, INGHISAGGI".

Carpenteria per strutture portanti, passerelle, tettoie, scale, parapetti, telai e controtelai, paraspigoli, guide di scorrimento, mensole e sostegni vari (ad esclusione di quelli relativi al sistema di interfaccia per i fusti degli aereogeneratori)

Provvisti anche di zanche di ancoraggio, da realizzarsi generalmente in Fe 360 o Fe430; i manufatti debbono essere verniciati, se richiesto, con i trattamenti protettivi adottando il Ciclo 1 se destinati all'esterno ed il Ciclo 3 se destinati all'interno di fabbricati; tali cicli sono definiti al successivo Articolo "TRATTAMENTO PROTETTIVO DEI MANUFATTI IN ACCIAIO".

## **18.7 LASTRE DI COPERTURA DI CUNICOLI E DI POZZETTI.**

In lamiera striata o stirata o bugnata, nei vari spessori, anche rinforzate con profilati elettrosaldati, provviste di asole e forature, verniciate con il Ciclo 2 definito al successivo Articolo "TRATTAMENTO PROTETTIVO DEI MANUFATTI IN ACCIAIO".

## **18.8 INVOLUCRI A PERDERE**

Sono costituiti da:

- a) casseri per costruzione di pozzi ed altro, di forma parallelepipedica e/o cilindrica da realizzare con lamiera rinforzata da profilati semplici variamente disposti con elettrosaldatura, provvisti di mensoleria di sostegno dell'armatura premontata per c.a., di bulloneria e di quant'altro occorrente;
- b) tubi inghisati, flange, dischi di tenuta di varia dimensione, forati e/o lavorati di macchina per le interfacce di montaggio e quant'altro occorrente.

## 18.9 GRIGLIATI STRADALI IN ACCIAIO VERNICIATO.

Di qualunque forma e dimensione, resistenti al transito pesante, verniciati con il Ciclo 2 definito al successivo Articolo "TRATTAMENTO PROTETTIVO DEI MANUFATTI IN ACCIAIO".

### 18.9.1 Grigliati elettrofusi in acciaio zincato

a) Per solai, camminamenti, pianerottoli intermedi alle scale, coperture di cunicoli e pozzetti, etc.

Devono essere del tipo elettrofuso in acciaio Fe 360 B (D.M. 17.01.2018 e successive sostituzioni, modifiche e/o integrazioni), zincato a caldo secondo UNI-EN 14.07.000.0 del tipo ORSOGRIL o equivalente; il sovraccarico massimo richiesto, uniformemente distribuito, è di 5 KN/m<sup>2</sup> e la freccia elastica non deve essere superiore ad 1/400 della luce netta.

I grigliati devono essere costituiti da pannelli composti da una maglia di piatti portanti disposti parallelamente tra loro e collegati trasversalmente da elementi più sottili, nelle dimensioni e forme di progetto o decise dalla D.L. durante il corso dei lavori, in funzione delle necessità ricorrenti; detti grigliati devono essere del tipo da bullonare mediante piastre forate saldate alle estremità ortogonali ai piatti portanti e bulloni in acciaio zincato; sono assolutamente da escludere montaggi forzati tali da compromettere il trattamento protettivo sia dei grigliati che della struttura portante, né tantomeno molature e/o altri adattamenti di cantiere.

I grigliati devono essere completamente zincati a bagno caldo, da praticare dopo l'avvenuto taglio, saldatura e foratura delle piastre da bullonare.

La COMMITTENTE si riserva di far assistere proprio personale a qualunque fase della fabbricazione dei manufatti allo scopo di controllare la corretta esecuzione secondo le prescrizioni sopra indicate.

L'APPALTATORE deve presentare alla COMMITTENTE una valida certificazione, rilasciata dal produttore o dal fornitore del materiale, attestante le sue caratteristiche fisiche e la sua esatta composizione chimica.

La COMMITTENTE si riserva di far eseguire apposita analisi, presso un Laboratorio Ufficiale, su campioni prelevati in contraddittorio con l'APPALTATORE, per accertare la corrispondenza del materiale, acciaio e zincatura, a quanto richiesto; questa eventuale prova è a carico dell'APPALTATORE.

b) Per gradini di scale, etc.

I grigliati per gradini, da porre in opera tra i due profilati a U costituenti la struttura portante delle rampe, devono essere del tipo elettrofuso in acciaio Fe 360 B zincato a caldo e realizzato con maglia e piatto portante secondo le prescrizioni del punto

precedente; detti grigliati devono essere del tipo da bullonare mediante piastre forate saldate alle estremità trasversali del gradino e bulloni in acciaio zincato, completi del profilato rompivisuale saldato sul lato longitudinale di salita; sono assolutamente da escludere montaggi forzati dei gradini tali da compromettere il trattamento protettivo sia dei grigliati che della struttura portante, né tantomeno molature e/o altri adattamenti di cantiere.

### **18.9.2 Travature in acciaio zincato a caldo (esclusi quelli di interfaccia per i fusti degli aereogeneratori)**

In profilati NP-HE-IPE, per carpenterie strutturali portanti, da realizzare secondo progetto; la zincatura deve corrispondere alla norma UNI EN 10147; successivamente i profilati devono essere verniciati secondo il ciclo 5 definito al successivo Articolo "TRATTAMENTO PROTETTIVO DEI MANUFATTI IN ACCIAIO".

### **18.9.3 Telai per cavedi verticali.**

Di forma parallelepipedica e/o di qualunque forma e dimensione, da realizzare con profilati bullonati provvisti di ancoraggio alle strutture murali.

## **18.10 TRATTAMENTO PROTETTIVO DEI MANUFATTI IN ACCIAIO**

Sulle strutture ed i manufatti in acciaio cui agli Articoli precedenti e se richiesto dalla D.L., si procede al trattamento protettivo come a seguito specificato.

Si richiede che tutte le pitture impiegate non contengano piombo o suoi sali, e siano della migliore qualità.

L'APPALTATORE è tenuto a consegnare alla D.L. una esauriente documentazione sui prodotti che intende utilizzare; detta documentazione è da intendersi vincolante per l'esecuzione di ognuno dei cicli protettivi a seguito indicati.

I cicli protettivi che devono essere eseguiti sulle strutture e sui manufatti in acciaio, secondo le precisazioni contenute nel presente capitolato e/o fornite dalla D.L., sono i seguenti:

- Ciclo 1, per esterno
  - Preparazione del supporto metallico mediante sabbiatura a metallo quasi bianco, grado Sa 2 1/2 (SSPC - SP10 - 63);
  - fondo zincante inorganico all'etilsilicato, spessore minimo secco 75 micron, (detto fondo deve essere tassativamente applicato a spruzzo, non appena terminata la preparazione del supporto; deve essere inoltre rigorosamente rispettato il tempo

- previsto per la completa polimerizzazione della pittura prima dell'applicazione di quella successiva, da verificarsi con test al metiletilchetone);
- intermedio epossivilinico tie-coat, spessore minimo secco 40 micron;
  - finitura epossivilinica, spessore minimo secco 90 micron.
- Ciclo 2, per esterno
- Preparazione del supporto metallico mediante sabbiatura di tipo commerciale grado Sa 2 (SSPC - SP 6 - 63);
  - epossicatrame senza solvente (quantità di resina maggiore o uguale al 30%), spessore minimo secco 200 micron.
- Ciclo 3, per interno
- Preparazione del supporto metallico mediante sabbiatura di spazzolatura, grado Sa 1 (SSPC - SP7 - 63) oppure spazzolatura meccanica, grado St3 (SSPC - SP3 - 63);
  - fondo oleofenolico esente da piombo, spessore minimo secco 40 micron;
  - smalto alchidico-clorocaucci' (in due mani), spessore minimo secco 40 + 40 micron.
- Ciclo 4, per rivestimento bituminoso
- Preparazione del supporto metallico mediante accurata pulizia della superficie per l'eliminazione dei grassi, impurità, scorie di lavorazione etc ;
  - - applicazione di mano di primer come attacco di fondo nella quantità di gr 60/mq;
  - stendimento di un primo strato, dello spessore non inferiore a 3 mm, di miscela bituminosa a caldo composta da bitume polimerizzato nel rapporto in % non inferiore al 67% e carica minerale (ardesia) non superiore al 33%. Detta miscela deve rientrare nelle seguenti caratteristiche: a 25 gradi centigradi e deve avere una penetrazione, non inferiore di 5 decimi di mm; indice di penetrazione, non inferiore 2.5 decimi di millimetro; punto di rottura a bassa temperatura (Fraas) a - 4 gradi centigradi. La polvere di ardesia deve essere esente da sostanze elettricamente conduttive;
  - prima fasciatura continua elicoidale di tessuto di vetro del peso di 60 gr/mq impregnato a caldo della stessa miscela bituminosa di cui al punto precedente;
  - stendimento di un secondo strato di miscela bituminosa a caldo;
  - seconda fasciatura di tessuto di vetro del peso di 220 gr/mq, il tutto con caratteristiche e modalità di applicazione come per la prima fasciatura; deve essere curata in particolar modo l'operazione di stendimento, in maniera tale che avvenga la penetrazione dei due strati di miscela che devono costituire un tutto unico con il tessuto perfettamente impregnato, il secondo strato deve essere rifinito con apposito apparecchio per la lisciatura;
  - finitura con latte di calce;

Il rivestimento eseguito a regola d'arte deve avere uno spessore non inferiore a 5,5 mm. Deve essere altresì eseguito, con le stesse modalità di cui sopra, il ripristino del rivestimento nelle zone di giunzione delle tubazioni e qualsiasi altra ripresa qualora durante la posa si dovesse verificare danneggiamenti allo stesso in conseguenza di urti accidentali.

La scelta del "ciclo" da adottare per ogni tipo di manufatto metallico da verniciare è operata dalla D.L.

- Ciclo 5, per manufatti zincati
  - Preparazione del supporto metallico mediante pulizia con solventi (SSPC-SP 1-63 /SP.Zn.1);
  - wash primer;
  - fondo epossiammidico, spessore minimo secco 50 micron.
- Ciclo 6, per alte temperature
  - Preparazione del supporto metallico mediante attrezzi meccanici grado St 3 (SSPC SP 3-63);
  - fondo alchidico siliconico, spessore minimo secco 30 micron;
  - finitura alchidico siliconica, in due mani successive dello spessore minimo di 30 micron cadauna.

### 18.10.1 Prescrizioni generali

Le modalità di esecuzione delle varie fasi costituenti cicli protettivi sopra indicati, devono avvenire secondo le seguenti norme e prescrizioni:

Specifiche SSPC (Steel Structures Painting Council) per la preparazione delle superfici.

Standard fotografici Svek Standard SIS 05 5900 - 1967 Ed. Nov. 1982.

Paint Application Specifications SSPC 1964.

L'APPALTATORE, è tenuto a dichiarare di essere a perfetta conoscenza delle specifiche suddette ed a impegnarsi nell'esecuzione dei lavori, all'osservanza scrupolosa delle prescrizioni ivi contenute, oltre a quelle caratteristiche di ciascun prodotto presenti nelle schede tecniche ad esso allegate dal Produttore.

La COMMITTENTE si riserva di eseguire, in qualsiasi momento, tutti i controlli tecnici ed i campionamenti che riterrà più opportuni al fine di verificare la rispondenza dei prodotti alle documentazioni ricevute, lo spessore di ogni film secco costituente il ciclo (si prescrive a tale scopo di variare la colorazione dei vari strati sovrapposti) e quant'altro ritenuto necessario anche durante le fasi di esecuzione dei trattamenti.

L'APPALTATORE deve impiegare prodotti con caratteristiche perfettamente rispondenti a quelle qui precisate: con l'accettazione dell'appalto dichiara di aver verificato l'effettiva disponibilità sul mercato dei prodotti prescritti.

Prima di iniziare l'applicazione delle pitture l'APPALTATORE deve presentare alla COMMITTENTE i campioni dei vari prodotti, corredati dalle schede tecniche dei fabbricanti.

Su ciascuna confezione deve essere apposta e conservata fino all'atto dell'applicazione, un'iscrizione a stampa da cui risulti il nominativo dell'APPALTATORE, la denominazione e la sigla del prodotto, il colore, la data di fabbricazione e/o di scadenza, eventuali altre caratteristiche atte ad individuare inequivocabilmente il prodotto.

La COMMITTENTE si riserva di verificare lo spessore dei singoli strati che compongono il rivestimento: detto controllo viene eseguito su ciascuno strato di pittura secca mediante spessimetri basati sul principio magnetostatico; in caso di contestazione si fa riferimento ad uno spessimetro di tipo ottico.

Nel caso che da detto controllo risultino spessori inferiori a quelli prescritti con uno scarto maggiore del 10%, la COMMITTENTE ordina all'APPALTATORE l'applicazione, a sue cure e spese, di un ulteriore strato di pittura fino al raggiungimento dello spessore richiesto.

Per l'applicazione delle pitture si fa riferimento alla Paint Application Specifications SSPC 1964 ed alle raccomandazioni presenti sulle schede tecniche allegate ai prodotti dal Fornitore dei medesimi; viene tassativamente prescritto che può essere applicato a spruzzo solo lo strato di fondo a base di zincante inorganico e che il suddetto può essere sopravverniciato solamente dopo un tempo sufficiente a permettere la completa polimerizzazione della pittura, verificata dal test con il metiletilchetone.

Per le pitturazioni successive, da applicare mediante pennello o rullo, ogni strato deve essere steso con direzione incrociata rispetto a quello precedente e soltanto dopo che quest'ultimo sia essiccato; la verniciatura non deve essere eseguita quando la temperatura atmosferica è inferiore a + 5°C o superiore a + 50°C, se si è in presenza di pioggia-neve-nebbia, se l'umidità relativa raggiunge l'85% provocando fenomeni di condensa. L'ultima passata di vernice deve avere colore verde pallido corrispondente al RAL 6021 (eventuali elementi di struttura metallica che restano esterni ai manti di tamponamento e copertura debbono essere finiti con vernice dello stesso colore del manto su cui insistono).

Le operazioni di sabbiatura e di verniciatura si svolgono presso l'officina dell'APPALTATORE, le riprese di vernice (per deterioramenti dovuti al trasporto ed al montaggio) e la stesura dell'ultima mano di finitura vengono eseguite in cantiere dopo le operazioni di montaggio. Per eseguire quest'ultima verniciatura, l'APPALTATORE è tenuto a predisporre efficaci schermature e protezioni in modo da non danneggiare le altre parti dell'impianto.

La scelta del "ciclo" da adottare per ogni tipo di manufatto metallico da verniciare è sempre ed esclusivamente operata dalla D.L.

### **18.10.2 Zincatura a caldo**

In alternativa al trattamento protettivo mediante verniciatura (da ritenere comunque preferibile), previo espresso consenso della D.L., i componenti in acciaio, al termine delle lavorazioni di officina e quindi pronti per il montaggio, devono essere protetti mediante trattamento di zincatura a caldo conformemente alle Norme EN ISO 1461; tale procedimento necessita, preliminarmente, anche l'adozione di particolari criteri di lavorazione delle carpenterie finalizzati al processo di zincatura in bagno.

I componenti in acciaio debbono essere sottoposti ad adeguato processo di preparazione alla zincatura mediante sgrassaggio e decappaggio chimici al fine di eliminare ogni traccia di residui organici (grasso, olio, vernice, siliconi, etc.), di ruggine e calamina.

La carpenteria deve pervenire nel cantiere di montaggio accompagnata da "Certificato di Conformità", rilasciato dalla Ditta che esegue la zincatura ed i relativi controlli, che attesti la conformità di quest'ultima alle Norme EN ISO 1461.

La COMMITTENTE si riserva la facoltà di effettuare ulteriori prove (del tipo previsto dalla normativa citata) anch'esse con oneri a carico dell'APPALTATORE.

### **18.11 MANUFATTI IN LAMIERA ZINCATA**

Ove previsto in progetto o richiesto dalla D.L. si deve provvedere alla fornitura e posa in opera di manufatti portanti in lamiera zincata, generalmente ondulata, costituiti da elementi prefabbricati e componibili in opera mediante ganci o bullonatura, secondo determinate forme standard, tipo Armco Finsider o Fracasso o equivalenti. La scelta dei manufatti da utilizzare e lo spessore delle lamiere deve essere preventivamente concordato con la D.L.

### **18.12 ELEMENTI TUBOLARI**

Devono essere utilizzati per condotte portanti (singole o affiancate) in tombamenti o attraversamenti stradali di corsi d'acqua, in tombini stradali, e per condotte drenanti (del tipo microfessurato od a giunti aperti, in vari diametri); possono eventualmente essere utilizzati anche per cassonatura di scavi a pozzo (disposti con asse verticale) e per eventuali altri usi richiesti dalla D.L.

### **18.13 CONDOTTE PORTANTI**

Per gli elementi a struttura portante in lamiera ondulata, con onda normale alla generatrice, valgono le seguenti prescrizioni:

l'acciaio della lamiera ondulata deve essere della qualità di cui alle norme A.A.S.T.H.O. M 167-70 e A.A.S.T.H.O. M 36-70, con un contenuto in rame non inferiore allo 0,20% e non superiore allo 0,40%, spessore con tolleranza UNI (Norma UNI 6681-6682-6683) e carico unitario di rottura non minore di 34 kg/mm<sup>2</sup>; deve essere protetto su entrambe le facce da zincatura a bagno caldo, praticata dopo l'avvenuto taglio e piegatura dell'elemento, in quantità non inferiore a 305 gr/m<sup>2</sup> per faccia;

la verifica della stabilità statica delle strutture deve essere effettuata in funzione dei diametri e dei carichi esterni applicati, adottando uno dei metodi della Scienza delle Costruzioni, sempre però con un coefficiente di sicurezza non inferiore a 4; tale verifica è a carico dell'APPALTATORE e deve essere prodotta alla COMMITTENTE prima dell'inizio dei montaggi;

le strutture finite devono essere esenti da difetti come: soffiature, bolle di fusione, scalfitture, parti non zincate, etc.

La COMMITTENTE si riserva di far assistere proprio personale ad una qualunque fase della fabbricazione dei manufatti allo scopo di controllare la corretta esecuzione secondo le prescrizioni sopra indicate.

L'APPALTATORE deve presentare alla COMMITTENTE una valida certificazione, rilasciata dal produttore o dal fornitore del materiale, attestante le sue caratteristiche fisiche e la sua esatta composizione chimica (può essere richiesto il certificato dell'analisi di colata dell'acciaio).

La COMMITTENTE si riserva di far eseguire apposite analisi, presso un Laboratorio Ufficiale, su campioni prelevati in contraddittorio con l'APPALTATORE, per accertare la corrispondenza del materiale, acciaio e zincatura, a quanto richiesto; questa eventuale prova è a carico dell'APPALTATORE.

Per tutti i manufatti, i pesi in rapporto allo spessore delle lamiere ed ai vari diametri impiegati, debbono risultare da tabelle fornite dal fabbricante, con tolleranza del 5% in più o in meno.

Le strutture impiegate per condotte portanti devono essere, in genere, del tipo "ad elementi incastrati" per tombini con diametro fino a m 1,5 e del tipo "a piastre multiple" per diametro maggiore di 1,5 m, costituite da due mezze sezioni ondulate o da più settori, curvati ai raggi prescritti.

Per gli elementi incastrati l'ampiezza dell'onda deve essere di mm 67,7 (pollici 2 e 2/3) e la profondità di mm 12,7 (1/2 pollice); per le piastre multiple l'ampiezza dell'onda deve essere di mm 152,4 (pollici 6) e la profondità di mm 50,8 (pollici 2).

Le giunzioni fra gli elementi incastrati devono avvenire a mezzo di appositi ganci doppi, in acciaio zincato a caldo; nel montaggio del tubo le sovrapposizioni circolari devono essere sfalsate con passo pari circa a metà larghezza degli elementi.

Le giunzioni tra le piastre multiple devono avvenire a mezzo di bulloni di diametro non inferiore a 3/4 di pollice ed appartenenti alla classe G8 (UNI 3740) in acciaio zincato, con speciali rondelle atte ad assicurare la perfetta adesione; per le condotte costituite da due elementi, nel montaggio del tubo, le sovrapposizioni circolari devono essere sfalsate con passo pari circa a metà larghezza degli elementi.

Per la posa in opera delle condotte portanti deve essere predisposta un'adeguata sede, ricavando nel piano di posa (costituito da terreno naturale o eventuale rilevato preesistente) un vano opportunamente profilato, e accuratamente compattato, secondo la sagoma da ricevere ed interponendo, fra il terreno e la tubazione, un cuscinetto di materiale granulare (10-70 mm) dello spessore di almeno 30 cm. Il rinterro dei quarti inferiori delle condotte deve essere fatto a strati di 15 cm utilizzando anche i normali mezzi costipanti dei rilevati, salvo che per le parti immediatamente adiacenti alle strutture, dove il costipamento deve essere fatto con pestelli pneumatici o a mano. Occorre evitare che i mezzi costipatori lavorino a "contatto" della struttura metallica onde evitare il deterioramento della zincatura.

Il manufatto deve risultare conforme alla normativa e legislazione vigente.

Condotte drenanti

Per le condotte drenanti devono essere impiegate, secondo progetto, tubazioni aventi struttura portante costituita da lamiera d'acciaio con profilatura ondulata con onda elicoidale continua da un capo all'altro di ogni singolo tronco, in modo che una sezione normale alla direzione dell'onda rappresenti una linea simile ad una sinusoide; l'acciaio della lamiera ondulata, di spessore minimo mm 0,8 - con tolleranza UNI (Norme UNI EN 10051) - deve avere carico unitario di rottura non inferiore a 34 kg/mm<sup>2</sup>, e essere protetto su entrambe le facce da zincatura eseguita secondo il processo Sendzmir con 480 grammi nominali di zinco per metro quadrato; l'ampiezza dell'onda deve essere di mm 38 (pollici 1 1/2) ed una profondità di mm 6,35 (1/4 pollice).

Ove richiesto, sulle condotte devono essere praticati dei fori del diametro di 9 mm (tolleranza 1 mm) distribuiti in serie longitudinali con interesse di 38 millimetri, tutti disposti in un quarto di tubo.

I diametri sono generalmente compresi tra 200 e 300 mm, le barre devono avere lunghezza di almeno 6 m e essere collocate in opera sia mediante manicotti di giunzione bullonati e pezzi speciali, pure in acciaio zincato, sia a giunti aperti, secondo le prescrizioni contenute nei progetti e/o impartite dalla D.L.

#### 18.14 ELEMENTI PER CANALIZZAZIONI APERTE

Devono essere utilizzati per il convogliamento e l'allontanamento delle acque di superficie e devono essere costituiti da lamiera ondulata in acciaio zincato e sagomata come a seguito descritto.

L'ondulazione deve avere ampiezza d'onda di mm 67,7 (pollici 2 e 2/3) e profondità di mm 12,7 (1/2 pollice); la zincatura essere del tipo a bagno caldo (praticata dopo l'avvenuto taglio e piegatura dell'elemento) in quantità non inferiore a 305 gr/m<sup>2</sup> per faccia; l'acciaio della lamiera ondulata deve essere della qualità di cui alle norme A.A.S.H.O. M167-70 e A.A.S.H.O. M36-70 con un contenuto in rame non inferiore allo 0,20% e non superiore allo 0,40%, carico unitario di rottura non minore di 34 Kg/mm<sup>2</sup>.

La posa in opera deve avvenire con la massima cura per evitare danneggiamenti alla zincatura del manufatto; deve essere preparata una adeguata sede di posa, tassativamente priva di elementi lapidei, che deve preventivamente essere rivestita di sabbia; a posa avvenuta si deve provvedere al rinterro della sede di alloggiamento con sabbia o terreno fine; dovunque si possa presentare pericolo di scivolamento e/o di spostamento del manufatto, questo deve essere opportunamente trattenuto ed ancorato al terreno; in ogni caso debbono essere posti in atto tutti quegli accorgimenti tesi a garantire la continuità di appoggio della canale sul terreno.

#### 18.15 CANALETTE SEMICIRCOLARI

Costituite da elementi con onda normale alla generatrice- della lunghezza di 0,61 m e di luce variabile tra 0,40 e 1,20 m, spessore lamiera tra un minimo di 1,5 mm ed un massimo di 2,7 mm, con tolleranza UNI; assemblati mediante collegamento bullonato, con l'ausilio di elementi di rinforzo e di sostegno costituiti da piastre sagomate, angolari longitudinali, trasversali e verticali delle dimensioni adeguate alla luce delle canalette ed alla pendenza con la quale esse sono poste in opera.

#### 18.16 CANALETTE TRAPEZOIDALI

Costituite da elementi con onda parallela alla generatrice- della larghezza in testa di 45 – 75 cm ed alla base di 28 – 47 cm, dell'altezza totale di 16 – 20 cm, spessore lamiera variabile da un minimo di 1,5 mm ad un massimo di 2,7 mm; l'assemblaggio degli elementi deve avvenire mediante collegamento bullonato.

## 19. MANUFATTI IN ACCIAIO INOX

È richiesta la fornitura e la posa in opera di manufatti di ogni tipo e dimensione (carpenteria o pezzi speciali lavorati con macchina utensile) in acciaio inox AISI 304L o AISI 316 L, secondo disegni e indicazioni fornite della D.L.

A titolo indicativo, i manufatti più significativi da realizzare possono essere:

- tronchi di tubo DN 100 - 400 mm, con flange, dischi, curve, per interfacce con tubazioni;
- eventuali passerelle e camminamenti d'ispezione e di manovra, con relative scale verticali e protezioni;
- filtri a rete, paratoie, grigliati, etc. per vari usi;
- vaschette per contenimento acque.

I manufatti in argomento debbono essere accompagnati dalla certificazione attestante la qualità del materiale utilizzato per la costruzione; la COMMITTENTE può richiedere in qualunque momento il prelievo di campioni dai manufatti o da i semilavorati in officina, e la esecuzione di prove di qualifica (chimico - fisica - meccanica) presso laboratori ufficiali; la COMMITTENTE si riserva di effettuare, anche presso l'officina di costruzione dei manufatti, le verifiche ed i controlli che ritiene opportuni. Sia durante i controlli suddetti, che all'atto della posa in opera dei manufatti, la COMMITTENTE può chiedere la modifica e/o la sostituzione dei medesimi qualora non rispondenti alle caratteristiche richieste oppure non realizzati a regola d'arte.

L'APPALTATORE deve posizionare questi manufatti prima del getto del cls., secondo le indicazioni approvate dalla D.L. della COMMITTENTE, fissandoli alle casseforme o sostenendoli con altre apposite opere provvisorie ed avendo cura che i manufatti non si spostino durante il getto dell'impasto e che il cls. li avvolga in maniera tale che tra le superfici di contatto cls-acciaio non si verifichino soluzioni di continuità o sacche d'aria.

I tratti di tubazione interrata devono essere protetti con trattamento bituminoso armato con fibre di vetro secondo le prescrizioni del ciclo 4 del successivo Articolo "TRATTAMENTO PROTETTIVO DEI MANUFATTI IN ACCIAIO" e rinfiancati con sabbia nello spessore di cm 15.

Per la posa in opera e relative tolleranze valgono le prescrizioni cui al precedente Articolo "ANCORAGGI ED AMMARRI - INGHISAGGI".

### 19.1 PRESCRIZIONI DI CARATTERE GENERALE

L'acciaio inox utilizzato sarà del tipo AISI 316 in base alla normativa EN 10088, secondo dimensioni, forme e spessori riportati negli elaborati grafici di progetto.

Durante le lavorazioni si dovranno rispettare le seguenti prescrizioni:

- piastre, lamiere e in generale ogni articolo saranno ben dritti e spianati;
- i fori devono essere eseguiti completamente al trapano;
- i tagli delle connessioni devono essere eseguiti con precisione ed esattezza in modo che queste non presentino discontinuità;

La D.L. ha la facoltà di far eseguire esami e prove di accettazione di tutti i materiali, prima dell'inizio delle lavorazioni. A lavorazioni avvenute i manufatti devono essere sottoposti all'accettazione provvisoria del Committente, che vi provvede a mezzo di propri incaricati, i quali ne verificano l'esatta e perfetta lavorazione e la rispondenza alle prescrizioni.

L'Appaltatore ha l'obbligo di controllare il fabbisogno dei vari manufatti rilevandone in posto le misure ed il tipo ed il numero esatto di pezzi occorrenti. Prima di iniziare la messa in opera l'Appaltatore deve inoltre verificare la congruenza delle dimensioni dei manufatti con quelle delle strutture destinate a riceverli. Nel caso che detta congruenza non sia realizzata per difetto di esecuzione delle strutture e/o dei manufatti, la D.L. prescrive i provvedimenti da adottare, i cui oneri sono a totale carico dell'Appaltatore. Tutti i manufatti devono essere collocati in opera mediante fissaggio alle strutture di sostegno come indicato negli elaborati di progetto.

## **19.2 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI E CONDIZIONI DI FORNITURA**

### **19.2.1 Generale**

Gli inox dovranno corrispondere alla classificazione dell'AISI.

Tutte le saldature dovranno essere di 1a classe e a completa penetrazione. L'Appaltatore dovrà altresì provvedere:

- alla lavorazione di elementi anche articolati e di forma non lineare previsti in progetto;
- alla eventuale esecuzione delle calandrature secondo archi circolari;
- alla esecuzione di tutte le lavorazioni quali tagli, forature, saldature, piegature, accoppiamenti necessarie per la realizzazione delle opere previste.

### **19.2.2 Modalità di esecuzione**

L'Appaltatore eseguirà, in conformità con i grafici ed altri allegati di progetto e nel rispetto del capitolato e disciplinare tecnico, tutte le previste opere in acciaio inossidabile.

Tutte le opere in acciaio inox saranno rifinite superficialmente mediante spazzolatura a grana fine e/o altro idoneo trattamento al fine di presentare superficie omogenea con aspetto satinato.

### 19.2.3 Assemblaggi

Gli elementi in acciaio inox saranno fissati alle strutture portanti in cemento armato mediante tasselli chimici di dimensioni e tipi indicati negli elaborati di progetto; l'assemblaggio di elementi in acciaio inox sarà ottenuto mediante dadi, bulloni, brugole rigorosamente in acciaio inox.

### 19.2.4 Trattamenti

Gli acciai inox durante le fasi lavorative dovranno essere accuratamente sottoposti alle seguenti operazioni.

### 19.2.5 Sgrassaggio

Con questa operazione devono essere rimosse tutte le tracce di grasso dalla superficie dell'elemento di acciaio inossidabile, prima di sottoporlo al trattamento di finitura superficiale. Lo sgrassaggio può essere effettuato con diversi metodi quali lavaggio con soluzioni alcaline, con emulsioni, con solventi, con detergenti oppure a mezzo di trattamento mediante getti di vapore o di acqua calda in pressione e pulitura con ultrasuoni.

### 19.2.6 Decapaggio

Con il decapaggio devono essere rimosse le eventuali scaglie di ossidi che si formano quando un manufatto subisce un riscaldamento a temperatura elevata in presenza di ossigeno atmosferico come accade, per esempio, durante la fucinatura, la laminazione a caldo, la saldatura, ecc. I sistemi di decapaggio possono essere di tipo meccanico (per esempio sabbiatura con sabbia silicea) che di solito precedono quelli chimici quando la quantità di scaglia è di notevole spessore e risulta molto aderente alla superficie. Durante le operazioni di decapaggio è assolutamente necessario predisporre gli ambienti con opportuni sistemi di sicurezza e procedere poi a lavaggi accurati dei manufatti, in quanto i bagni di decapaggio sono fortemente aggressivi e a volte tossici.

Se la scaglia è molto aderente è necessario evitare tempi di permanenza troppo prolungati nei bagni di decapaggio per evitare il danneggiamento dei manufatti; è preferibile, in questo caso, alterare ai bagni di decapaggio un'azione meccanica di spazzolatura.

### 19.2.7 Decontaminazione

Con questo trattamento devono essere rimosse dalla superficie di acciaio inossidabile le tracce ferrose o di altri metalli che l'avessero contaminata durante le lavorazioni.

L'operazione consiste nell'immergere o irrorare le superfici del manufatto con apposite soluzioni in grado di sciogliere le parti inquinanti e di ricostituire lo strato passivo eventualmente danneggiato. Dopo la decontaminazione, che non deve in alcun modo alterare lo stato superficiale del manufatto o del semilavorato, si deve eseguire un accurato lavaggio con acqua, così da rimuovere qualsiasi traccia di soluzione acida.

#### **19.2.8 Certificazioni, campionature e prove campionatura**

Per ogni opera in ferro l'Appaltatore è tenuto ad effettuare, di propria iniziativa ed in tempi opportuni, le campionature in oggetto per l'approvazione della DL.

Resta ferma la facoltà della D.L.: di richiedere qualunque ulteriore campionatura ritenuta necessaria.

Per tutti i materiali dovrà essere fornita alla DL il certificato attestante la qualità e le caratteristiche meccaniche.

#### **19.2.9 Modalità di conservazione e cura**

Sia durante la fabbricazione, sia alla fine della stessa i prodotti finiti di acciaieria devono essere accuratamente protetti in modo da evitare il danneggiamento delle superfici. La protezione sarà eseguita con carta semplice o carta crespata. Per finiture particolarmente pregiate la protezione sarà effettuata con carta adesiva o con plastica opaca o trasparente, sempre adesiva.

I prodotti finiti saranno conservati fino all'uso nei loro imballaggi originali in luogo coperto e asciutto. In ogni caso bisogna evitare di accumulare il materiale in cataste troppo alte e per tempi troppo prolungati, in modo da evitare il fenomeno di presa dell'adesivo negli elementi in posizione inferiore, rendendo poi estremamente difficoltosa la rimozione sia della carta, sia della pellicola. La stessa precauzione si deve adottare nel non far sostare il materiale con questo tipo di protezione in luoghi molto caldi, o sotto il sole. In ambienti marini, ricchi di salsedine, è importante evitare il contatto delle superfici con materiali umidi quali carta, cartone e legno. Quando le superfici sono prive di protezione è necessario evitare il contatto con materiali ferrosi per evitare fenomeni di contaminazione ferrosa.

#### **19.2.10 Criteri di misurazione**

I lavori saranno valutati a peso ed i relativi prezzi verranno applicati al peso effettivo dei metalli stessi a lavorazione completamente ultimata e determinato prima della loro posa in opera, con posatura fatta in contraddittorio ed a spese dell'Appaltatore.

Nei prezzi dei lavori in metallo è compreso ogni e qualunque compenso per forniture accessorie, per lavorazioni, montatura e posizione in opera.

### **19.2.11 Criteri di accettazione**

Le opere eseguite si intenderanno accettate solo se risponderanno a quanto prescritto nei punti relativi ai materiali da utilizzare e alle modalità di esecuzione, nonché alle campionature e prove eseguite.

## 20. CONGLOMERATI BITUMINOSI

### 20.1 BITUMI

Le caratteristiche per l'accettazione dei bitumi per usi stradali secondo le norme C.N.R. - B.U. n. 68 del 23 maggio 1978 sono riportate nella seguente tabella:

Caratteristiche	B 40/50	B 50/70	B 80/100	B 130/150	B 180/220
Penetrazione a 25 °C [dmm]	oltre 40 fino a 50	oltre 50 fino a 70	oltre 80 fino a 100	oltre 130 fino a 150	oltre 180 fino a 220
Punto di rammollimento (palla-anello) [°C]	51/60	47/56	44/49	40/45	35/42
Punto di rottura Fraas [max °C]	-6	-7	-10	-12	-14
Duttilità a 25 °C [min cm]	70	80	100	100	100
Solubilità in CS <sub>2</sub> [min %]	99	99	99	99	99
Volatilità max : a 163 °C a 200 °C	-- 0,5	-- 0,5	0,5 --	1 --	1 --
Penetrazione a 25 °C del residuo della prova di volatilità: valore min espresso in % di quello del bitume originario	60	60	60	60	60
Punto di rottura max del residuo della prova di volatilità [°C]	-4	-5	-7	-9	-11
Percentuale max in peso di paraffina	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Densità a 25 °C	1,00÷1,10	1,00÷1,10	1,00÷1,07	1,00÷1,07	1,00÷1,07

Tabella 7

La Direzione dei lavori, a suo insindacabile giudizio, effettuerà le campionature di bitume, operazione necessaria per fornire un campione rappresentativo del bitume in esame, secondo le norme C.N.R. - B.U. n. 81 del 31 dicembre 1980 “Norme per l'accettazione dei bitumi per usi stradali - Campionatura bitume”.

### 20.2 EMULSIONI BITUMINOSE

Emulsioni anioniche (basiche)

Debbono soddisfare alle “Norme per l'accettazione delle emulsioni bituminose per usi stradali” di cui al fascicolo n. 3 del C.N.R., ultima edizione 1958.

Emulsioni cationiche (acide)

Le norme per l'accettazione delle emulsioni bituminose acide devono rispondere alle indicazioni riportate nella seguente tabella:

			A rapida rottura		A media velocità di rottura		A lenta rottura	
Prove di accettazione	Metodi di prova		ECR 55	ECR 65	ECM 60	ECM 65	ECL 55	ECL 60
Composizione:								
a	Contenuto d'acqua, % in peso	CNR fasc. 3 art. 19	max 45	max 35	max 40	max 35	max 45	max 40
b	Contenuto di legante (bitume+flussante), % in peso	100 - a	min 55	min 65	min 60	min 65	min 55	min 60
c	Contenuto di bitume (residuo della distillazione), % in peso	ASTM D 244-72	min 53	min 62	min 54	min 55	min 55	min 60
d	Contenuto di flussante, % in peso	b - c	max 2	max 3	max 6	max 10	0	0
Caratteristiche:								
e	Velocità di rottura: demulsività, % peso adesione, % rivestimenti aggregati acidi o basici: A) Asciumi, % B) Umidità, % impasto con cemento o con polvere silicea, g	ASTM D 244-72 LCPC ASTM D 244-72  ASTM D 244 72/SFER B -76	>40 > 90  -- --  --	> 40 > 90  -- --  --	-- --  > 80 > 60  --	-- --  > 80 > 60  --	-- --  -- --  max 2	-- --  -- --  max 2
f	Trattenuto al setaccio ASTM n. 20, % in peso	ASTM D 244-72	max 0,2	max 0,2	max 0,2	max 0,2	max 0,2	max 0,2
g	Sedimentazione a 5 giorni, % in peso	ASTM D 244-72	max 10	max 5	max 5	max 5	max 5	max 5
h	Viscosità	IP 212/66	3-10	8-25	5-12	7-15	3-10	5-12

	Engler a 20 °C, °E							
i	Carica delle particelle	ASTM D 244-72	positiva	positiva	Positiva	positiva	positiva	positiva
Caratteristiche del bitume estratto (residuo della distillazione):								
l	Penetrazione a 25 °C, dmm	CNR BU 24	max 220					
m	Punto di rammollimento (pallanello), °C	CNR BU 35	min 35	min 35	min 35	min 35	min 35	min 35

Tabella 8

Per le mani di ancoraggio, da effettuare prima della stessa di successivi strati in conglomerato bituminoso, sono da preferire le emulsioni tipo ECR 55, salvo diversa indicazione della voce della lavorazione sull'elenco prezzi o da differente ordinativo della Direzione lavori.

### 20.3 STRATO DI BASE IN MISTO BITUMATO

#### a) Descrizione

Lo strato di base è costituito da un misto granulare di frantumato, ghiaia, sabbia ed eventuale additivo (secondo le definizioni riportate nell'art. 1 delle Norme C.N.R. sui materiali stradali - fascicolo IV/1953), normalmente dello spessore di 10 ÷15 cm, impastato con bitume a caldo, previo preriscaldamento degli aggregati, steso in opera mediante macchina vibrofinitrice e costipato con rulli gommati o metallici a rapida inversione.

Lo spessore della base è prescritto nei tipi di progetto, salvo diverse indicazioni della Direzione dei lavori.

Nella composizione dell'aggregato grosso (frazione > 4 mm), il materiale frantumato dovrà essere presente almeno per il 90% in peso. A giudizio della Direzione lavori potrà essere richiesto che tutto l'aggregato grosso sia costituito da elementi provenienti da frantumazione di rocce lapidee.

#### b) Materiali inerti

I requisiti di accettazione degli inerti impiegati nei conglomerati bituminosi per lo strato di base dovranno essere conformi alle prescrizioni contenute nel fascicolo IV delle norme C.N.R. - 1953.

Per il prelevamento dei campioni destinati alle prove di controllo dei requisiti di accettazione così come per le modalità di esecuzione delle prove stesse, valgono le prescrizioni contenute nel fascicolo IV delle norme C.N.R. - 1953, con l'avvertenza che la

prova per la determinazione della perdita in peso sarà fatta col metodo Los Angeles secondo le norme del B.U. C.N.R. n. 34 (28 marzo 1973) anziché col metodo DEVAL.

Aggregato grosso (frazione > 4 mm):

L'aggregato grosso sarà costituito da una miscela di ghiaie e/o brecce e/o pietrisco/pietrischetto/graniglia che dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

- contenuto di rocce tenere, alterate o scistose secondo la norma C.N.R. B.U. n. 104/84, non superiore all'1%;
- contenuto di rocce degradabili, secondo la norma C.N.R. B.U. n.104/84, non superiore all'1%;
- perdita di peso alla prova Los Angeles eseguita secondo la norma C.N.R. B.U. n. 34/7, inferiore al 25%;
- quantità di materiale proveniente dalla frantumazione di rocce lapidee non inferiore al 90% in peso;
- dimensione massima dei granuli 40 mm (valida per uno spessore finito dello strato di base di almeno 7 cm);
- sensibilità al gelo (G), secondo la norma C.N.R. B.U. n. 80/80, non superiore al 30% (in zone considerate soggette a gelo);
- passante al setaccio 0,075, secondo la norma C.N.R. B.U. n. 75/80, non superiore all'1%;
- forma approssimativamente sferica (ghiaie) o poliedrica (brecce e pietrischi), comunque non appiattita, allungata o lenticolare, in ogni caso gli elementi dell'aggregato dovranno essere costituiti da elementi sani, duri, durevoli, a superficie ruvida, puliti ed esenti da polvere e da materiali estranei.

Aggregato fino (frazione  $\leq$  4 mm):

L'aggregato fino sarà costituito da una miscela di graniglie e/o ghiaie e/o brecciolini e sabbia naturale e/o di frantumazione e dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

- contenuto di rocce tenere, alterate o scistose secondo la norma C.N.R. B.U. n. 104/84, non superiore all'1%;
- contenuto di rocce degradabili, secondo la norma C.N.R. B.U. n. 104/84, non superiore all'1%;
- equivalente in sabbia determinato secondo la norma B.U. C.N.R. n. 27 superiore a 50%;
- materiale non plastico, secondo la norma C.N.R.-U.N.I. 10014;
- limite liquido (WL), secondo la norma C.N.R.-U.N.I. 10014, non superiore al 25%.

Additivi:

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

- setaccio UNI 0,18 (ASTM n. 80): % passante in peso: 100;
- setaccio UNI 0,075 (ASTM n. 200): % passante in peso: 90.

La granulometria dovrà essere eseguita per via umida.

#### c) Legante bituminoso

Esso dovrà avere i requisiti prescritti dalle “Norme per l'accettazione dei bitumi” del C.N.R. – B.U. n. 68 del 23 maggio 1978.

Il bitume dovrà essere del tipo di penetrazione 60 ÷ 70, ovvero avere una penetrazione a 25°C di 60 ÷ 70 dmm e le altre caratteristiche rispondenti a quelle indicate per la gradazione B 50/70 nella norma C.N.R.

Per la valutazione delle caratteristiche di: penetrazione, punto di rammollimento p.a., punto di rottura Fraas, duttilità e volatilità, si useranno rispettivamente le seguenti normative: B.U. C.N.R. n. 24 (29 dicembre 1971); B.U. C.N.R. n. 35 (22 novembre 1973); B.U. C.N.R. n. 43; B.U. C.N.R. n. 44 (29 ottobre 1974); B.U. C.N.R. n. 50 (17 marzo 1976).

Il bitume dovrà avere inoltre un indice di penetrazione, secondo la tabella UNI 4163 – ed. febbraio 1959, calcolato con la formula appresso riportata, compreso fra - 1,0 e ÷ 1,0:

$$IP : \text{indice di penetrazione} = (20 \times U - 500 \times V) / (U + 50 \times V)$$

dove:

U = temperatura di rammollimento alla prova “palla-anello” in °C (a 25 °C);

V = log. 800 - log. penetrazione bitume in dmm (a 25 °C.)

Il prelevamento dei campioni di bitume dovrà avvenire in conformità a quanto prescritto dalla norma C.N.R. B.U. n. 81/1980.

#### d) Miscela

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

Serie crivelli e setacci U.N.I.	Miscela passante: % totale in peso
Crivello 40	100
Crivello 30	80 ÷ 100
Crivello 25	70 ÷ 95
Crivello 15	45 ÷ 70
Crivello 10	35 ÷ 60
Crivello 5	25 ÷ 50
Setaccio 2	20 ÷ 40

Setaccio 0,4	<b>6 ÷ 20</b>
Setaccio 0,18	<b>4 ÷ 14</b>
Setaccio 0,075	<b>4 ÷ 8</b>

Tabella 9

Il tenore di bitume dovrà essere compreso tra il 3,5% e il 4,5% riferito al peso secco totale degli aggregati. Esso dovrà comunque essere determinato come quello necessario e sufficiente per ottimizzare – secondo il metodo Marshall di progettazione degli impasti bituminosi per pavimentazioni stradali – le caratteristiche di impasto di seguito precisate:

- il valore della stabilità Marshall - Prova B.U. C.N.R. n. 30 eseguita a 60 °C su provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia, dovrà risultare non inferiore a 700 Kg; inoltre il valore della rigidità Marshall, cioè il rapporto tra la stabilità misurata in Kg e lo scorrimento misurato in mm, dovrà essere superiore a 250;
- gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall dovranno presentare una percentuale di vuoti residui compresi fra 3% e 7%;
- sufficiente insensibilità al contatto prolungato con l'acqua; la stabilità Marshall, secondo la norma C.N.R. B.U. n. 149/92, dovrà risultare pari almeno al 75% del valore originale; in difetto, a discrezione della D.L., l'impasto potrà essere ugualmente accettato purché il legante venga additivato con il dope di adesione e, in tal modo, l'impasto superi la prova.

I provini per le misure di stabilità e rigidità anzidette dovranno essere confezionati presso l'impianto di produzione e/o presso la stesa e la stessa Impresa dovrà a sue spese provvedere a dotarsi delle attrezzature necessarie per confezionare i provini Marshall.

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

Le carote o i tasselli indisturbati di impasto bituminoso prelevati dallo strato steso in opera, a rullatura ultimata, dovranno infine presentare in particolare le seguenti caratteristiche:

- la densità (peso in volume) – determinata secondo la norma C.N.R. B.U. n. 40/73 – non dovrà essere inferiore al 97% della densità dei provini Marshall;
- il contenuto di vuoti residui – determinato secondo la norma C.N.R. B.U. n. 39/73 – dovrà comunque risultare compreso fra il 4% e l'8% in volume.

e) Controllo dei requisiti di accettazione

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

L'Impresa è poi tenuta a presentare con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni e per ogni cantiere di confezione, la composizione delle miscele che intende

adottare; ogni composizione proposta dovrà essere corredata da una completa documentazione degli studi effettuati in laboratorio, attraverso i quali l'impresa ha ricavato la ricetta ottimale.

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

Una volta accettata dalla Direzione lavori la composizione proposta, l'Impresa dovrà ad essa attenersi rigorosamente comprovandone l'osservanza con esami giornalieri. Non sarà ammessa una variazione del contenuto di aggregato grosso superiore a  $\pm 5\%$  e di sabbia superiore a  $\pm 3\%$  sulla percentuale corrispondente alla curva granulometrica prescelta, e di  $\pm 1,5\%$  sulla percentuale di additivo.

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

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

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

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

- la verifica granulometrica dei singoli aggregati approvvigionati in cantiere e quella degli aggregati stessi all'uscita dei vagli di riclassificazione;
- la verifica della composizione del conglomerato (granulometria degli inerti, percentuale del bitume, percentuale di additivo) prelevando il conglomerato all'uscita del mescolatore o a quella della tramoggia di stoccaggio;

la verifica delle caratteristiche Marshall del conglomerato e precisamente: peso di volume (B.U. C.N.R. n. 40 del 30 marzo 1973), media di due prove; percentuale di vuoti (B.U. C.N.R. n. 39 del 23 marzo 1973), media di due prove; stabilità e rigidità Marshall.

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

In cantiere dovrà essere tenuto apposito registro numerato e vidimato dalla Direzione lavori sul quale l'impresa dovrà giornalmente registrare tutte le prove ed i controlli effettuati.

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

La Stazione appaltante si riserva la espressa facoltà di verificare, tramite la Direzione lavori, le varie fasi di preparazione dei conglomerati. A tal uopo l'Impresa è tassativamente obbligata a fornire all'Amministrazione appaltante gli estremi (nome commerciale ed indirizzo) della Ditta di produzione dei conglomerati unitamente al formale impegno di questa a consentire alla Direzione lavori sopralluoghi in fabbrica in qualsiasi numero ed in ogni momento con la facoltà di operare dei prelievi di materiali; assistere e verificare le fasi di manipolazione e confezione.

f) Formazione e confezione delle miscele

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

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

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

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

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

La zona destinata allo stoccaggio degli inerti sarà preventivamente e convenientemente sistemata per annullare la presenza di sostanze argillose e ristagni di acqua che possano compromettere la pulizia degli aggregati.

Inoltre, i cumuli delle diverse classi dovranno essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento nei predosatori eseguita con la massima cura.

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

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

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

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

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

L'ubicazione dell'impianto di mescolamento dovrà essere tale da consentire, in relazione alle distanze massime della posa in opera, il rispetto delle temperature prescritte per l'impasto e per la stesa.

g) Posa in opera delle miscele

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

Prima della stesa del conglomerato su strati di fondazione in misto cementato, per garantire l'ancoraggio, si dovrà provvedere alla rimozione della sabbia eventualmente non trattenuta dall'emulsione bituminosa stesa precedentemente a protezione del misto cementato stesso.

Procedendo alla stesa in doppio strato, i due strati dovranno essere sovrapposti nel più breve tempo possibile; tra di essi dovrà essere interposta una mano di attacco di emulsione bituminosa in ragione di  $0,5 \div 1 \text{ Kg/m}^2$ , secondo le indicazioni della Direzione lavori.

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

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

Nella stesa si dovrà porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una strisciata alla precedente con l'impiego di 2 o più finitrici.

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

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

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

La sovrapposizione dei giunti longitudinali tra i vari strati sarà programmata e realizzata in maniera che essi risultino fra di loro sfalsati di almeno cm 20 e non cadano mai in corrispondenza delle 2 fasce della corsia di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti.

Il trasporto degli impasti dovrà essere effettuato con autocarri a cassone metallico a perfetta tenuta, pulito e, nella stagione o in climi freddi, coperto con idonei sistemi per ridurre al massimo il raffreddamento dell'impasto.

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

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

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

La compattazione sarà realizzata a mezzo di rulli metallici a rapida inversione di marcia, possibilmente integrati da un rullo semovente a ruote gommate e/o rulli misti (metallici e gommati).

Il tipo, il peso ed il numero di rulli, proposti dall'Appaltatore in relazione al sistema ed alla capacità di stesa ed allo spessore dello strato da costipare, dovranno essere approvati dalla Direzione lavori.

In ogni caso al termine della compattazione, lo strato di base dovrà avere una densità uniforme in tutto lo spessore non inferiore al prescritto addensamento in riferimento alla densità di quella Marshall delle prove a disposizione per lo stesso periodo, rilevata all'impianto o alla stesa. Tale valutazione sarà eseguita sulla produzione di stesa secondo la norma B.U. C.N.R. n. 40, su carote di 15 cm di diametro; il valore risulterà dalla media di due prove.

Si avrà cura, inoltre, che la compattazione sia condotta con la metodologia più adeguata per ottenere uniforme addensamento in ogni punto ed evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso. Nelle curve sopraelevate il costipamento andrà sempre eseguito iniziando sulla parte bassa e terminando su quella alta.

Allo scopo di impedire la formazione di impronte permanenti, si dovrà assolutamente evitare che i rulli vengano arrestati sullo strato caldo.

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

Saranno tollerati scostamenti dalle quote di progetto contenuti nel limite di  $\pm 10$  mm.

Il tutto nel rispetto degli spessori e delle sagome di progetto.

## 20.4 STRATI DI COLLEGAMENTO (BINDER) E DI USURA

### a) Descrizione

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

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

I conglomerati durante la loro stesa non devono presentare nella loro miscela alcun tipo di elementi litoidi, anche isolati, di caratteristiche fragili o non conformi alle presenti prescrizioni del presente capitolato, in caso contrario a sua discrezione la Direzione lavori accetterà il materiale o provvederà ad ordinare all'Impresa il rifacimento degli strati non ritenuti idonei.

Tutto l'aggregato grosso (frazione  $> 4$  mm), dovrà essere costituito da materiale frantumato.

Per le sabbie si può tollerare l'impiego di un 10% di sabbia tondeggiante.

### b) Materiali inerti

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

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

Aggregato grosso (frazione  $> 4$  mm):

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

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

Miscela inerti per strati di collegamento:

- contenuto di rocce tenere, alterate o scistose secondo la norma C.N.R. B.U. n. 104/84, non superiore all'1%;
- contenuto di rocce degradabili, secondo la norma C.N.R. B.U. n.104/84, non superiore all'1%;
- perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature secondo le norme ASTM C 131 - AASHO T 96 ovvero
- inerte IV cat.: Los Angeles <25% - coeff. di frantumazione <140;
- tutto il materiale proveniente dalla frantumazione di rocce lapidee;
- dimensione massima dei granuli non superiore a 2/3 dello spessore dello strato e in ogni caso non superiore a 30 mm;
- sensibilità al gelo (G), secondo la norma C.N.R. B.U. n. 80/80, non superiore al 30% (in zone considerate soggette a gelo);
- passante al setaccio 0,075, secondo la norma C.N.R. B.U. n. 75/80, non superiore all'1%;
- indice di appiattimento (Ia), secondo la norma C.N.R. B.U. n. 95/84, non superiore al 20%;
- indice dei vuoti delle singole pezzature, secondo C.N.R., fascicolo IV/1953, inferiore a 0,80;
- coefficiente di imbibizione, secondo C.N.R., fascicolo IV/1953, inferiore a 0,015;
- materiale non idrofilo, secondo C.N.R., fascicolo IV/1953;

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

Miscela inerti per strati di usura:

- contenuto di rocce tenere, alterate o scistose secondo la norma C.N.R. B.U. n. 104/84, non superiore all'1%;
- contenuto di rocce degradabili, secondo la norma C.N.R. B.U. n. 104/84, non superiore all'1%;
- perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature secondo le norme ASTM C 131 - AASHO T 96 ovvero
- inerte I cat.: Los Angeles <20% - coeff. di frantumazione <120;

- se indicato nell'elenco voci della lavorazione che si vuole almeno un 30% in peso del materiale della intera miscela, questo deve provenire da frantumazione di rocce di origine vulcanica magmatica eruttiva (ovvero del tipo basaltici o porfidi) che presentino un coefficiente di frantumazione minore di 100 e resistenza a compressione, secondo tutte le giaciture, non inferiore a 140 N/mm<sup>2</sup>, nonché resistenza alla usura minima 0,6. Nel caso in cui tale percentuale risultasse superiore al valore del 30%, la parte eccedente non verrà ricompensata all'Impresa, ma si intenderà come necessaria affinché la miscela totale raggiunga i valori minimi prescritti dalla perdita in peso alla prova Los Angeles;
- indice dei vuoti delle singole pezzature, secondo C.N.R., fascicolo IV/1953, inferiore a 0,85;
- – coefficiente di imbibizione, secondo C.N.R., fascicolo IV/1953, inferiore a 0,015;
- – materiale non idrofilo, secondo C.N.R., fascicolo IV/1953, con limitazione per la perdita in peso allo 0,5%;
- Per le banchine di sosta saranno impiegati gli inerti prescritti per gli strati di collegamento e di usura di cui sopra.
- In ogni caso i pietrischi e le graniglie dovranno essere costituiti da elementi sani, duri, durevoli, approssimativamente poliedrici, con spigoli vivi, a superficie ruvida, puliti ed esenti da polvere e da materiali estranei.
- Aggregato fino (frazione compresa tra 0,075 e 4 mm):
- L'aggregato fino sarà costituito in ogni caso da sabbie naturali o di frantumazione che dovranno soddisfare ai requisiti dell'art. 5 delle Norme del C.N.R. fascicolo IV/1953 ed in particolare:

Miscela inerti per strati di collegamento:

- quantità di materiale proveniente dalla frantumazione di rocce lapidee non inferiore al 40%;
- equivalente in sabbia, determinato con la prova AASHO T 176, non inferiore al 50%;
- materiale non idrofilo, secondo C.N.R., fascicolo IV/1953 con le limitazioni indicate per l'aggregato grosso.

Miscela inerti per strati di usura:

- quantità di materiale proveniente dalla frantumazione di rocce lapidee non inferiore al 50%;

- equivalente in sabbia, determinato con la prova AASHO T 176, non inferiore al 60%;
- materiale non idrofilo, secondo C.N.R., fascicolo IV/1953 con le limitazioni indicate per l'aggregato grosso. Nel caso non fosse possibile reperire il materiale della pezzatura 2,5 mm necessario per la prova, la stessa dovrà essere eseguita secondo le modalità della prova Riedel-Weber con concentrazione non inferiore a 6.

Additivo minerale (filler):

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

Per lo strato di usura, a richiesta della Direzione dei lavori, il filler potrà essere costituito da polvere di roccia asfaltica contenente il 6 ÷ 8% di bitume ed alta percentuale di asfalteni con penetrazione Dow a 25 °C inferiore a 150 dmm.

Per fillers diversi da quelli sopra indicati è richiesta la preventiva approvazione della Direzione dei lavori in base a prove e ricerche di laboratorio.

c) Legante bituminoso

Il bitume per gli strati di collegamento e di usura dovrà essere di penetrazione 60 ÷ 70 salvo diverso avviso, dato per iscritto, dalla Direzione dei lavori in relazione alle condizioni locali e stagionali e dovrà rispondere agli stessi requisiti indicati per il conglomerato bituminoso di base.

d) Miscela

***Strato di collegamento (binder)***

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

Serie crivelli e setacci U.N.I.	Miscela passante: % totale in peso
Crivello 25	<b>100</b>
Crivello 15	<b>65 ÷ 100</b>
Crivello 10	<b>50 ÷ 80</b>
Crivello 5	<b>30 ÷ 60</b>
Setaccio 2	<b>20 ÷ 45</b>
Setaccio 0,42	<b>7 ÷ 25</b>
Setaccio 0,18	<b>5 ÷ 15</b>
Setaccio 0,075	<b>4 ÷ 8</b>

Tabella 10

Il tenore di bitume dovrà essere compreso tra il 4% ed il 5,5% riferito al peso degli aggregati. Esso dovrà comunque essere determinato come quello necessario e sufficiente per ottimizzare – secondo il metodo Marshall di progettazione degli impasti bituminosi per pavimentazioni stradali – le caratteristiche di impasto di seguito precisate:

- la stabilità Marshall eseguita a 60 °C su provini costipati con 75 colpi di maglio per ogni faccia, dovrà risultare in ogni caso uguale o superiore a 900 Kg. Inoltre il valore della rigidità Marshall, cioè il rapporto tra la stabilità misurata in Kg e lo scorrimento misurato in mm, dovrà essere in ogni caso superiore a 250;
- gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall dovranno presentare una percentuale di vuoti residui compresa tra 3 ÷ 7%.
- la prova Marshall eseguita su provini che abbiano subito un periodo di immersione in acqua distillata per 15 giorni, dovrà dare un valore di stabilità non inferiore al 75% di quello precedentemente indicato.

Riguardo i provini per le misure di stabilità e rigidità, sia per i conglomerati bituminosi tipo usura che per quelli tipo binder, valgono le stesse prescrizioni indicate per il conglomerato di base.

Le carote o i tasselli indisturbati di impasto bituminoso prelevati dallo strato steso in opera, a rullatura ultimata, dovranno infine presentare in particolare le seguenti caratteristiche:

- – la densità (peso in volume) – determinata secondo la norma C.N.R. B.U. n. 40/73 – non dovrà essere inferiore al 97% della densità dei provini Marshall.

La superficie finita dell'impasto bituminoso messo in opera nello strato di collegamento, nel caso questo debba restare sottoposto direttamente al traffico per un certo periodo prima che venga steso il manto di usura, dovrà presentare:

- – resistenza di attrito radente, misurata con l'apparecchio portatile a pendolo "Skid Resistance Tester" (secondo la norma C.N.R. B.U. n. 105/1985) su superficie pulita e bagnata, riportata alla temperatura di riferimento di 15 °C, non inferiore a 55 BPN "British Portable Tester Number"; qualora lo strato di collegamento non sia stato ancora ricoperto con il manto di usura, dopo un anno dall'apertura al traffico la resistenza di attrito radente dovrà risultare non inferiore a 45 BPN;
- – macrorugosità superficiale misurata con il sistema della altezza in sabbia (HS), secondo la norma C.N.R. B.U. n. 94/83, non inferiore a 0,45 mm;
- – coefficiente di aderenza trasversale (CAT) misurato con l'apparecchio S.C.R.I.M. (Siderway Force Coefficiente Investigation Machine), secondo la norma C.N.R. B.U. n. 147/92, non inferiore a 0,55.

Le misure di BPN, HS, e CAT dovranno essere effettuate in un periodo di tempo compreso tra il 15° ed il 90° giorno dall'apertura al traffico.

## 20.5 STRATO DI USURA

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

Serie crivelli e setacci U.N.I.	Miscela passante: % totale in peso
Crivello 15	<b>100</b>
Crivello 10	<b>70 ÷ 100</b>
Crivello 5	<b>43 ÷ 67</b>
Setaccio 2	<b>25 ÷ 45</b>
Setaccio 0,4	<b>12 ÷ 24</b>
Setaccio 0,18	<b>7 ÷ 15</b>
Setaccio 0,075	<b>6 ÷ 11</b>

Tabella 11

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

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

Il conglomerato dovrà avere i seguenti requisiti:

- resistenza meccanica elevatissima, cioè capacità di sopportare senza deformazioni permanenti le sollecitazioni trasmesse dalle ruote dei veicoli sia in fase dinamica che statica, anche sotto le più alte temperature estive, e sufficiente flessibilità per poter seguire sotto gli stessi carichi qualunque assestamento eventuale del sottofondo anche a lunga scadenza; il valore della stabilità Marshall (prova B.U. C.N.R. n. 30 del 15 marzo 1973) eseguita a 60 °C su provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia dovrà essere di almeno 100 N [1000 Kg]. Inoltre, il valore della rigidità Marshall, cioè il rapporto tra stabilità misurata in Kg e lo scorrimento misurato in mm, dovrà essere in ogni caso superiore a 300;
- la percentuale dei vuoti dei provini Marshall, sempre nelle condizioni di impiego prescelte, deve essere compresa fra 3% e 6%;
- la prova Marshall eseguita su provini che abbiano subito un periodo di immersione in acqua distillata per 15 giorni, dovrà dare un valore di stabilità non inferiore al 75% di quello precedentemente indicato.

Le carote o i tasselli indisturbati di impasto bituminoso prelevati dallo strato steso in opera, a rullatura ultimata, dovranno infine presentare in particolare le seguenti caratteristiche:

- la densità (peso in volume) – determinata secondo la norma C.N.R. B.U. n. 40/73 non dovrà essere inferiore al 97% della densità dei provini Marshall;
- il contenuto di vuoti residui – determinato secondo la norma C.N.R. B.U. n. 39/73 – dovrà comunque risultare compreso fra il 4% e il 8% in volume. Ad un anno dall'apertura al traffico, il volume dei vuoti residui dovrà invece essere compreso fra 3% e 6% e impermeabilità praticamente totale; il coefficiente di permeabilità misurato su uno dei provini Marshall, riferentesi alle condizioni di impiego prescelte, in permeamometro a carico costante di 50 cm d'acqua, non dovrà risultare inferiore a 10-6 cm/sec.

La superficie finita dell'impasto bituminoso messo in opera nel manto di usura dovrà presentare:

- resistenza di attrito radente, misurata con l'apparecchio portatile a pendolo "Skid Resistance Tester (secondo la norma C.N.R. B.U. n. 105/1985) su superficie pulita e bagnata, riportata alla temperatura di riferimento di 15 °C:
  - inizialmente, ma dopo almeno 15 giorni dall'apertura al traffico non inferiore a 65 BPN
  - dopo un anno dall'apertura al traffico, non inferiore a 55 BPN;
- macrorugosità superficiale misurata con il sistema della altezza in sabbia (HS), secondo la norma C.N.R. B.U. n. 94/83, non inferiore a 0,55 mm;
- coefficiente di aderenza trasversale (CAT) misurato con l'apparecchio S.C.R.I.M. (Sideway Force Coefficiente Investigation Machine), secondo la norma C.N.R. B.U. n. 147/92, non inferiore a 0,60.

Le misure di BPN, HS e CAT dovranno essere effettuate in un periodo di tempo compreso tra il 15° ed il 90° giorno dall'apertura al traffico.

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

## e) Controllo dei requisiti di accettazione

Strato di collegamento (binder)

Valgono le stesse prescrizioni indicate per lo strato di base.

Strato di usura

Valgono le stesse prescrizioni indicate per lo strato di base.

Inoltre, indicati con:

M: il valore della stabilità Marshall, espressa in Kg;

Iv: il volume dei vuoti residui a rullatura terminata, espresso in percentuale;

LA: perdita in peso alla prova Los Angeles relativa all'aggregato grosso, espresso in percentuale;

i lavori eseguiti non saranno ritenuti accettabili qualora si verifichi anche una sola delle disuguaglianze sottoindicate:

$M < 800 \text{ Kg}$	$Iv > 14 \%$	$LA > 23 \%$
----------------------	--------------	--------------

Nel caso in cui i risultati delle prove fatte eseguire dalla Direzione lavori presso laboratori ufficiali di fiducia dell'Amministrazione appaltante, sui campioni prelevati in contraddittorio, fornissero dei valori intermedi tra quelli prescritti dal presente capitolato e quelli rappresentanti i limiti di accettabilità sopra indicati, si procederà ad una detrazione percentuale sull'importo dei lavori, che risulti dai registri contabili o in sede di emissione del conto finale, calcolata secondo la seguente formula, che fornisce il fattore di moltiplicazione da applicare a detto importo per ottenere il corrispondente valore rettificato, a seguito di riscontrata carenza dei materiali:

$$C = 1 - 0,3 \times (1000 - M) / 200 - 0,2 \times (Iv - 8) / 6 - 0,1 \times (LA - 20) / 3$$

con

$M \leq 1000 \text{ Kg}$	$Iv \geq 8 \%$	$LA \geq 20 \%$
--------------------------	----------------	-----------------

Quando il coefficiente C risulti minore o uguale a 0,5 il lavoro non sarà accettato.

Per l'applicazione del fattore di moltiplicazione (C) sull'importo dei lavori si dovrà utilizzare, per ciascun termine (M, Iv e LA), il valore medio tra quelli rilevati su più sezioni (chilometriche) dell'intero tronco stradale oggetto dell'intervento.

## f) Formazione e confezione degli impasti

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

## g) Posa in opera delle miscele

Valgono le stesse prescrizioni indicate per lo strato di base, salvo che saranno tollerati scostamenti dalle quote di progetto contenuti nei seguenti limiti:

- strato di collegamento:  $\pm 7$  mm,
- strato di usura:  $\pm 5$  mm.

## 20.6 MODALITÀ DI PRODUZIONE E CONFEZIONAMENTO DELLE MISCELE

Il conglomerato verrà confezionato mediante idonei impianti altamente automatizzati dotati di adeguati controlli automatici di processo, tali impianti dovranno essere mantenuti sempre perfettamente in ordine e dovranno assicurare una elevata qualità del prodotto.

La produzione di ciascun impianto non dovrà essere spinta oltre la sua potenzialità per garantire il perfetto essiccamento degli inerti, l'uniforme riscaldamento della miscela ed una perfetta vagliatura che assicuri una idonea riclassificazione delle singole classi degli aggregati.

L'impianto dovrà comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare miscele rispondenti a quelle di progetto. La Direzione lavori potrà approvare l'impiego di impianti continui (tipo drum-mixer) purché il dosaggio dei componenti della miscela sia eseguito a peso, con idonee apparecchiature la cui efficienza dovrà essere costantemente controllata.

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

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

La temperatura degli aggregati all'atto della miscelazione dovrà essere compresa tra 160 e 180 °C, quella del legante modificato tra 150 e 180 °C salvo diverse disposizioni della Direzione lavori.

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

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

### **20.6.1 Trasporto**

Il trasporto del conglomerato dall'impianto di confezione al cantiere di stesa dovrà avvenire mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, efficienti e veloci sempre dotati di telone di copertura avvolgente per evitare i raffreddamenti superficiali e la conseguente formazione di crostoni superficiali.

La percorrenza stradale dall'impianto di confezionamento al cantiere di stesa non dovrà richiedere un tempo eccessivamente lungo per non causare il raffreddamento del conglomerato. Pertanto la durata del trasporto è vincolata dalla temperatura minima del conglomerato alla stesa, che non dovrà mai essere inferiore a  $150 \div 160$  °C.

### **20.6.2 Posa in opera**

Il piano di posa risulterà perfettamente pulito, scevro da polveri e privo di residui di qualsiasi natura.

La posa in opera dei conglomerati bituminosi verrà effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici dei tipi approvati dalla Direzione lavori dotate di piastra riscaldata, in perfetto stato di efficienza e con automatismi di autolivellamento. La Direzione lavori si riserva la facoltà di potere utilizzare ogni altra tecnologia ritenuta più opportuna, possibilmente dopo aver consultato l'Impresa.

Le vibrofinitrici dovranno lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti a segregazione degli elementi litoidi più grassi. La velocità di avanzamento delle macchine di stesa dovrà essere mediamente compresa tra 4 e 5 m/min.

La stesa dei conglomerati dovrà essere sospesa quando le condizioni meteorologiche possono pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro. Gli strati eventualmente compromessi dovranno essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti.

La temperatura esterna non dovrà mai essere inferiore a 5 °C.

### **20.6.3 Compattazione**

La compattazione dei conglomerati dovrà iniziare appena stesi dalla vibrofinitrice ed essere condotta a termine senza interruzioni. L'addensamento dovrà essere realizzato possibilmente con rulli gommati oppure metallici a rapida inversione di marcia, con peso

idoneo e con caratteristiche tecnologiche avanzate in modo da assicurare il raggiungimento delle massime densità ottenibili.

Potrà essere utilizzato un rullo tandem a ruote metalliche del peso minimo di 8/10 t per le operazioni di rifinitura dei giunti e riprese.

Al termine della compattazione gli strati dovranno avere una densità non inferiore al 97% di quella Marshall dello stesso giorno o periodo di lavorazione riscontrata nei controlli all'impianto.

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

La superficie degli strati dovrà presentarsi priva di irregolarità ed ondulazioni. Un'asta rettilinea lunga 4 m posta in qualunque direzione sulla superficie finita dovrà aderirvi uniformemente con uno scostamento massimo di 3 mm.

L'impasto sottoposto all'azione del rullo non deve scorrere. Se ciò accade, significa che qualche cosa non va nello studio Marshall della miscela o nella temperatura del materiale. In questi casi occorre sospendere l'esecuzione del lavoro.

#### **20.6.4 Esecuzione dei giunti**

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

Qualora ciò non sia possibile il bordo della striscia già realizzata dovrà essere trattato con applicazione di emulsione bituminosa acida al 55% in peso, per assicurare la saldatura della striscia successiva. Se il bordo risulterà danneggiato o arrotondato si dovrà procedere al taglio verticale con idonea attrezzatura.

I giunti trasversali derivanti dalle interruzioni giornaliere dovranno essere realizzati sempre previo taglio ed asportazione della parte terminale di azzeramento, mentre sui giunti di inizio lavorazione si dovrà provvedere all'asporto dello strato sottostante mediante fresatura.

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

## **21. PALI TRIVELLATI DI MEDIO E GRANDE DIAMETRO**

### **21.1 PREMESSA**

Il ricorso a fondazioni indirette su pali trivellati di medio e grande diametro è necessario solo in caso di accertamento di particolari sfavorevoli condizioni del terreno di imposta delle fondazioni degli aerogeneratori il cui miglioramento, mediante interventi di bonifica o realizzazione di micropali, non risulta conveniente od efficace, in funzione delle valutazioni del progettista opere civili in base ai dati riportati nelle relazioni geologiche e geotecniche di progetto.

### **21.2 DEFINIZIONE**

Si definiscono pali trivellati di medio e grande diametro quelli aventi diametro compreso tra 400mm e 1200mm, ottenuti per asportazione del terreno e sua sostituzione con conglomerato cementizio armato mediante perforazione a rotazione e rotopercolazione, eseguiti in materiali di qualsiasi natura e consistenza (inclusi murature, calcestruzzi, trovanti e roccia dura), anche in presenza di acqua c/o in alveo con acqua fluente.

La realizzazione dei pali deve avvenire secondo quanto riportato negli elaborati di progetto; per quanto ivi non riportato valgono le indicazioni contenute nel presente capitolato speciale, nelle normative vigenti e nella buona regola d'arte cui la D.L. fa riferimento nell'imporre eventuali ordini di servizio.

L'APPALTATORE deve aver cura di non provocare inquinamenti di superficie o della falda per incontrollate scariche dei detriti e/o dai fanghi bentonitici; è fatto divieto di utilizzare fanghi bentonitici.

### **21.3 SOGGEZIONI GEOTECNICHE E IDROGEOLOGICHE**

Le tecniche di perforazione devono essere le più adatte in relazione alla natura del terreno attraversato; in particolare:

la perforazione "a secco" senza rivestimento è ammessa solo in terreni uniformemente argillosi dove può essere eseguita senza alcun ingresso di acqua nel foro e senza franamenti del foro stesso;

la perforazione a fango non è consigliabile in terreni molto aperti senza frazioni medio-fini; durante la perforazione occorre tenere conto della esigenza di non peggiorare la caratteristiche meccaniche del terreno circostante il palo; devono quindi essere minimizzati:

- il rammollimento degli strati coesivi;

- la diminuzione di densità relativa degli strati incoerenti;
- la diminuzione delle tensioni orizzontali efficaci proprie dello stato naturale;
- la riduzione dell'aderenza palo-terreno causata da un improprio impegno di fanghi.

La scelta delle attrezzature di perforazione ed i principali dettagli esecutivi devono essere messi a punto, a cura dell'APPALTATORE, mediante l'esecuzione di perforazioni di prova, approvate dalla D.L., prima dell'inizio della costruzione dei pali di progetto.

## 21.4 PERFORAZIONE

La D.L. può richiedere la perforazione “a vuoto” del terreno laddove questo non deve essere interessato dal palo.

La D.L., sulla base della natura del terreno in sito, può richiedere i seguenti metodi di perforazione:

- perforazione a secco senza rivestimento
- perforazione con impiego di tubazione di rivestimento provvisoria
- perforazione in presenza di fango bentonitico

### 21.4.1 Attrezzature

La potenza e la capacità operativa delle attrezzature devono in ogni caso essere adeguate alla consistenza del terreno da attraversare ed alle dimensioni dei pali da eseguire nei tempi previsti.

Marcature disposte ad intervalli regolari (1÷2 m) sugli organi di manovra degli utensili di scavo devono consentire il rapido apprezzamento della profondità alla quale gli utensili stanno operando.

La verticalità delle aste di guida rigide deve essere controllata da un indicatore a pendolo disposto sulle stesse.

### 21.4.2 Attraversamento di trovanti e/o formazioni rocciose

Nel caso di presenza nel terreno di trovanti lapidei, non estraibili con i normali metodi di scavo, o di strati rocciosi o cementati e per conseguire una adeguata immorsatura del palo nei substrati rocciosi di base, si deve far ricorso all'impiego di scalpelli frangiroccia azionati a percussione, di peso e forma adeguati.

In alternativa, ed in relazione alla natura dei materiali attraversati, possono essere impiegate speciali attrezzature fresanti.

L'uso di queste attrezzature deve essere frequentemente alternato a quello della benna o del secchione, che hanno il compito di estrarre dal foro i materiali di risulta.

### 21.4.3 Controlli in fase d'opera

La D.L. controlla in fase di esecuzione del perforo la rispondenza delle stratigrafie di progetto con quelle effettive.

In presenza di eventuali discordanze o nel caso che alla base del palo si rinvenga un terreno molto più compressibile e/o molto meno resistente del previsto, o comunque altre anomalie, devono essere raccolti tutti gli elementi conoscitivi che consentano alla D.L. la definizione degli eventuali adeguamenti delle modalità operative e al Progettista le eventuali variazioni progettuali.

Alla fine della perforazione si deve misurare, in contraddittorio con la D.L., rispetto alla quota di sottoplinto, la profondità del perforo con uno scandaglio; l'operazione deve essere effettuata anche all'inizio ed al termine di eventuali interruzioni prolungate della lavorazione in corrispondenza dei turni di riposo o per altri motivi.

## 21.5 ARMATURA DEI PALI

Le armature metalliche devono soddisfare le prescrizioni delle presenti Prescrizioni Tecniche ad essere conformi al progetto.

Le armature trasversali dei pali devono essere costituite da una spirale in tondino esterna ai ferri longitudinali e devono essere preassemblate fuori opera in "gabbie"; i collegamenti devono essere ottenuti con doppia legatura in filo di ferro oppure mediante punti di saldatura elettrica.

Le gabbie di armatura devono essere dotate di opportuni distanziatori non metallici atti a garantire la centratura dell'armatura ed un copriferro netto minimo rispetto alla parete di scavo indicato negli elaborati progettuali.

Si richiede l'adozione di rotelle cilindriche in conglomerato cementizio (diametro 12÷15 cm - larghezza > 6 cm) con perno in tondino fissato a due ferri verticali contigui.

I centratori devono essere posti a gruppi di 3÷4, regolarmente distribuiti sul perimetro e con spaziatura verticale di 3÷4 m.

Gli assi dei ferri verticali devono essere disposti su una circonferenza con diametro di 15 cm inferiore, a quello nominale; tali misure possono ridursi a 12 cm per barre verticali di diametro inferiore a 18 mm.

Non si ammette la distribuzione delle barre verticali su doppio strato; l'intervallo netto minimo tra barra e barra, misurato lungo la circonferenza che ne unisce i centri, non deve

in alcun caso essere inferiore a 7,5 cm con aggregati inferiori a 2,0 cm, a 10 cm con aggregati di diametro superiore.

Le gabbie di armatura devono essere perfettamente pulite ed esenti da ruggine, messe in opera prima dell'inizio del getto e mantenute in posto sostenendole dall'alto, evitando in ogni caso di appoggiarle sul conglomerato cementizio già in opera o sul fondo del foro.

## 21.6 FORMAZIONE DEL FUSTO DEI PALI

### 21.6.1 Preparazione e trasporto del conglomerato cementizio

Il conglomerato cementizio deve essere confezionato da apposita centrale di preparazione atta al dosaggio a peso dei componenti.

Devono essere impiegati almeno tre classi di aggregati; le classi devono essere proporzionate in modo da ottenere una curva granulometrica che soddisfi il criterio della massima densità (curva di Fuller).

La dimensione massima degli aggregati deve essere inferiore al valore minimo di interspazio fra le armature e comunque non superiore a 20 mm.

Il conglomerato cementizio deve avere la classe di resistenza prevista in progetto e comunque non deve risultare di classe inferiore a C25/30.

Il rapporto acqua/cemento non deve superare il valore di 0,5 nella condizione di aggregato saturo a superficie asciutta.

La lavorabilità deve essere tale da dare uno "slump" al cono di ABRAMS pari a quello indicato negli elaborati progettuali, e comunque in accordo a quanto stabilito dalla D.L.; per le modalità da seguire nello "slump test" nella determinazione dell'abbassamento deve essere fatto riferimento a quanto prescritto successivamente.

Per soddisfare entrambi questi requisiti può essere aggiunto all'impasto un idoneo additivo fluidificante non aerante.

È ammesso altresì l'uso di ritardanti di presa o di fluidificanti con effetto ritardante.

I prodotti commerciali che l'APPALTATORE propone di usare devono essere sottoposti all'esame ed all'approvazione preventiva della D.L.

I mezzi di trasporto devono essere tali da evitare segregazione dei componenti.

Il conglomerato cementizio deve essere confezionato e trasportato con un ritmo tale da consentire di completare il getto di ciascun palo senza soluzione di continuità e nel più breve tempo possibile; in ogni caso ciascun getto deve venire alimentato con una cadenza effettiva, inclusi tutti i tempi morti, non inferiore a 15 m<sup>3</sup>/h per pali di diametro < 800 mm e di 20 m<sup>3</sup>/h per pali di diametro ≥ 800 mm.

La centrale di confezionamento deve quindi consentire la erogazione nell'unità di tempo di volumi di conglomerato cementizio almeno doppi di quelli risultanti dal più oneroso dei limiti sopra indicati.

Per i pali trivellati in presenza di acqua di falda, può essere prevista la posa in opera di idonea controcamicia in lamierino di adeguato spessore per il contenimento del getto.

### **21.6.2 Posa in opera del conglomerato cementizio**

Il getto del conglomerato cementizio deve avvenire impiegando il tubo di convogliamento.

Esso deve essere costituito da sezioni non più lunghe di 2,50 m di un tubo in acciaio avente diametro interno 20-25 cm.

L'interno del tubo deve essere pulito, privo di irregolarità e strozzature.

Il tubo deve essere provvisto, all'estremità superiore, di una tramoggia di carico avente una capacità di  $0,4\pm 0,6$  m<sup>3</sup> e mantenuto sospeso da un mezzo di sollevamento.

Prima di installare il tubo di convogliamento deve essere eseguita una ulteriore misura del fondo foro.

Per i pali trivellati in presenza di acqua di falda o impiegando fango bentonitico, il tubo di convogliamento deve essere posto in opera arrestando il suo piede a  $30\pm 60$  cm dal fondo della perforazione; prima di iniziare il getto si deve disporre entro il tubo, in prossimità del suo raccordo con la tramoggia, un tappo formato da una palla di malta plastica oppure da uno strato di 30 cm di spessore di vermiculite granulare o palline di polistirolo galleggianti sul liquido, oppure ancora da un pallone di plastica.

All'inizio del getto si deve disporre di un volume di conglomerato cementizio pari a quello del tubo di convogliamento e di almeno 3,0 o 4,0 m di palo.

Il tubo di convogliamento deve essere accorciato per tratti successivi nel corso del getto, sempre conservando una immersione minima nel conglomerato cementizio di 2,5 m e massima di 6,0 m.

Per pali trivellati a secco non occorre alcun tappo alla sommità del tubo di getto.

### **21.6.3 Scapitozzatura della testa dei pali**

Al fine di preparare i piani di posa e di ancoraggio delle fondazioni degli aereogeneratori, l'APPALTATORE deve provvedere alla scapitozzatura della testa dei pali sino a quota imposta fondazione.

Viene precisata la necessità assoluta che la scapitozzatura delle teste dei pali sia eseguita sino alla completa eliminazione di tutti i tratti in cui le caratteristiche del palo non rispondono a quelle previste.

In tal caso è onere dell'APPALTATORE procedere al ripristino del palo sino alla quota di sottoplinto.

L'operazione deve essere eseguita utilizzando mezzi e macchinari di adeguata capacità, al fine di svolgere l'attività a regola d'arte.

Deve essere rimossa la parte superiore del palo (testa), fino al raggiungimento delle quote di imposta della fondazione, con l'avvertenza di non arrecare danno all'armatura ed al cls della parte rimanente; l'armatura deve sporgere (almeno 70-100  $\phi$ , del ferro d'armatura del palo), per garantire l'ancoraggio alla futura fondazione.

Particolare attenzione deve essere posta nel non danneggiare i tubi posti nel palo per gli eventuali controlli non distruttivi (par. successivo: "Esecuzione di misure soniche").

## 21.7 PROVE E CONTROLLI

### 21.7.1 Prove di progetto su pali pilota (fase di progetto)

Le prove per la determinazione della resistenza del singolo palo (prove di progetto) devono essere eseguite su pali appositamente realizzati (pali pilota) identici, per geometria e tecnologia esecutiva, a quelli da realizzare e ad essi sufficientemente vicini. Esse hanno la finalità di determinare il carico limite del complesso palo-terreno; perciò, vanno spinte fino a quel valore del carico per il quale si raggiunge la condizione di rottura del terreno o comunque tali da consentire di ricavare significativi diagrammi dei cedimenti della testa del palo in funzione dei carichi e dei tempi. Ove ciò non sia possibile la prova deve essere eseguita fino ad un carico pari ad almeno 2,5 volte il carico di esercizio: dimensionando opportunamente il sistema di vincolo.

Le prove di carico devono essere effettuate da personale altamente qualificato facendo riferimento al D.M. 11/3/88 (e successive sostituzioni, modifiche e/o integrazioni);

L'ubicazione ed il numero dei pali prova viene stabilita dalla D.L. congiuntamente con il progettista ed il collaudatore in corso d'opera. Tali prove devono essere eseguite a cure e spese dell'impresa, su un numero minimo di due pali pilota.

In alternativa all'esecuzione del palo pilota potrà essere autorizzato dalla DL la prova su uno dei pali della fondazione utilizzando a contrasto il plinto stesso. In ogni caso la modalità di esecuzione della prova dovrà essere specificata con un apposito

### 21.7.2 Prove e controlli in corso di opera

L'APPALTATORE, a sua cura e spese, sotto il controllo della D.L., deve provvedere alla esecuzione di:

- Controlli e prove calcestruzzi (vedi quanto previsto capitolo 21);

- il rilievo della quantità di conglomerato cementizio impiegato per ogni palo;
- Il rilievo dose per dose (dose = autobetoniera) dell'assorbimento di conglomerato cementizio e del livello raggiunto dallo stesso entro il foro in corso di getto, deve essere fatto impiegando uno scandaglio a base piatta su almeno i primi 10 pali e sul 10% dei pali successivi.

In base a questo rilievo deve essere ricostituito l'andamento del diametro medio effettivo lungo il palo (profilo di getto).

### 21.7.3 Controlli ad opera finita

A prescindere dal tipo di controllo eseguito, tali attività devono essere riportate su apposita Relazione, a cura dell'APPALTATORE, contenente una descrizione delle attività svolte, i tipi di controllo eseguiti, l'attrezzatura utilizzata ed i risultati dei controlli effettuati.

### 21.7.4 Prove di carico verticale su pali per collaudo

A palificata ultimata dovranno eseguirsi, delle prove di carico su singoli pali.

Le prove di carico devono essere effettuate da personale altamente qualificato facendo riferimento al D.M. 11/3/88 (e successive sostituzioni, modifiche e/o integrazioni);

Tali prove ordinate dalla D.L. saranno eseguite con l'assistenza dell'impresa ed il cui onere è a carico del Committente; il numero dei pali da sottoporre alla prova di carico deve essere stabilito in base all'importanza dell'opera ed al grado di omogeneità del sottosuolo; tale numero deve essere pari ad almeno il 2% del totale del numero dei pali di ciascuna fondazione, con un minimo di uno per ciascuna fondazione, e devono essere effettuate quando il conglomerato cementizio ha raggiunto una maturazione di almeno 28 giorni.

La scelta dei pali di prova è affidata alla D.L. e comunque si deve tenere presente la necessità di interessare le diverse situazioni del sottosuolo, evitandone la concentrazione. Le modalità di applicazione, la durata del carico e così pure la successione dei cicli di carico e di scarico sono prescritti dalla D.L. anche in funzione della natura dei terreni di fondazione.

Ciascun palo deve essere assoggettato ad un carico verticale massimo pari a 1.5 volte la portata nominale del palo in prova nel caso della prova di collaudo delle palificate.

Il recupero del cedimento durante lo scarico non dovrà essere inferiore ad 1/3 del cedimento totale misurato.

La misura degli spostamenti della testa del palo deve essere riferita a punti fissi non influenzati dalle operazioni di prova. Gli strumenti impiegati per le prove (flessimetri, manometri, martinetti, ecc.) devono essere tarati e controllati.

Tutti i dati della prova devono essere raccolti e presentati in una relazione esplicativa dove gli elaborati principali devono essere i seguenti:

- pianta palificata con indicazione dei pali sottoposti a prova
- tabelle con riportati tutti i valori rilevati durante la prova
- diagramma carico-cedimento
- diagramma cedimenti-tempo

### 21.7.5 Carotaggio continuo meccanico

Il carotaggio deve essere eseguito con utensili e attrezzature tali da garantire la verticalità del foro e consentire il prelievo continuo allo stato indisturbato del conglomerato e se richiesto del sedime d'imposta.

Allo scopo devono essere impiegati doppi carotieri provvisti di corona diamantata aventi diametro interno minimo pari a 60 mm.

Nel corso della perforazione devono essere rilevate le caratteristiche macroscopiche del conglomerato e le discontinuità eventualmente presenti, indicando in dettaglio la posizione e il tipo delle fratture, le percentuali di carotaggio, le quote raggiunte con ogni singola manovra di avanzamento.

Su alcuni spezzoni di carota devono essere eseguite prove di laboratorio atte a definirne le caratteristiche fisico-meccaniche e chimiche.

Al termine del carotaggio il foro eseguito deve essere riempito mediante boiacca di cemento immessa dal fondo del foro.

Il carotaggio deve essere eseguito a cura a spese dell'APPALTATORE, quando ordinato dalla D.L., in corrispondenza di quei pali ove vi siano manifestate inosservanze rispetto alle presenti Prescrizioni Tecniche e alle disposizioni della medesima.

Prospezione sismica in foro con il metodo cross-hole

Per la verifica delle caratteristiche dei materiali di cui si compone il palo e della sua corretta esecuzione devono essere eseguite prove cross-hole.

Tali prove devono essere realizzate all'interno di apposite tubazioni in pvc di diametro 2" già predisposte prima del getto dei pali, con misura delle onde P e delle onde S sul 50% dei pali realizzati.

### 21.7.6 Scavi attorno al fusto del palo

Sono richiesti ogni qualvolta si nutrano dubbi sulla verticalità e regolarità della sezione nell'ambito dei primi 4,0 ÷ 5,0 m di palo. Il fusto del palo deve essere messo a nudo e pulito con un violento getto d'acqua e reso accessibile all'ispezione visiva. Successivamente si deve provvedere a riempire lo scavo con materiali e modalità di

costipamento tali da garantire il ripristino della situazione primitiva. Tali operazioni devono essere eseguite, a cura e spese dell'APPALTATORE, in corrispondenza di quei pali ove si fossero manifestate inosservanze rispetto alle presenti Prescrizioni Tecniche e alle disposizioni della D.L.

## 21.8 DOCUMENTAZIONE DEI LAVORI ESEGUITI

L'esecuzione di ogni singolo palo deve comportare la registrazione su apposita scheda, compilata dall'APPALTATORE in contraddittorio con la D.L., dei seguenti dati:

- identificazione del palo;
- data di inizio perforazione e di fine getto;
- risultati dei controlli eseguiti sul fango eventualmente usato per la perforazione;
- profondità effettiva raggiunta della perforazione;
- profondità del fondo foro prima della posa del tubo getto;
- “slump” del conglomerato cementizio (UNI 9418/89);
- assorbimento totale effettivo del conglomerato cementizio e volume teorico del palo;
- “profilo di getto” ove richiesto;
- risultati delle prove di rottura a compressione semplice.

Nella documentazione generale deve inoltre comparire:

- una scheda con le caratteristiche delle polveri bentonitiche e relativi additivi eventualmente usati;
- una scheda con le caratteristiche dei componenti del conglomerato cementizio, compresi i risultati delle analisi granulometriche degli aggregati di cui al punto precedente.

Tale scheda deve essere riportata su apposito modello, che deve essere trasmesso dall'APPALTATORE alla D.L.

## 22. GABBIONATE E MANTELLATE

### 22.1 DESCRIZIONE

Per la sistemazione di aree connesse o adiacenti alle piazzole degli aereogeneratori e/o per regimazione idraulica di fossati limitrofi, può essere richiesta la realizzazione di gabbionate e mantellate in varie forme e dimensioni, secondo necessità.

Prima della messa in opera dei gabbioni e dei materiali metallici e per ogni partita ricevuta in cantiere, l'APPALTATORE deve consegnare alla D.L. il relativo certificato di collaudo e garanzia, rilasciata dalla Ditta che ha fabbricato i manufatti metallici, redatto a norma dalla circolare del Ministero LL.PP. n. 2078 del 27.08.1962.

La D.L. deve procedere quindi al prelievo di campioni ed ai collaudi della zincatura sia dei fili della rete sia del filo per le cuciture secondo le norme previste dalla succitata circolare.

La costruzione dei manufatti deve avvenire poggiando gli stessi su superfici regolarizzate e consolidate, atte a sostenere il peso delle opere ed a non essere svuotate ed erose dalle acque in movimento; ad opere finite si deve provvedere al rinfianco e/o rinterro perimetrale, allorché previsto o richiesto dalla D.L., secondo quanto definito in merito al precedente apposito Articolo.

### 22.2 GABBIONATE

I gabbioni devono essere del tipo a scatola e devono avere forma prismatica di varie dimensioni; devono essere realizzati con rete metallica a doppia torsione, con maglia esagonale 8x10 cm, tessuta a macchina con trafilato a ferro del diametro 3 mm, a forte zincatura, come previsto dalla Circolare citata in precedenza.

La rete costituente gli elementi deve avere maglie uniformi, essere esente da strappi ed avere il perimetro rinforzato con filo di diametro maggiorato rispetto a quello della rete stessa, inserito nella trama della rete o ad essa agganciato meccanicamente in modo da impedire lo sfilamento e dare sufficiente garanzia di robustezza. Prima del riempimento si deve procedere al montaggio degli elementi mediante cucitura dei singoli spigoli in modo da ottenere le sagome previste. Le cuciture devono essere eseguite in modo continuo passando il filo entro ogni maglia e con un giro doppio di due maglie. Il filo da impiegarsi nelle cuciture deve avere le stesse caratteristiche di quello usato per la fabbricazione della rete, con diametro non inferiore a 2,2 mm. Con le stesse modalità si deve procedere quindi a collegare fra loro i vari elementi in tutte le superfici di contatto, in modo da ottenere la sagoma dell'opera di progetto. Le cuciture devono essere tali da creare una struttura monolitica e di massima resistenza; sia i singoli elementi sia le gabbionate nel suo insieme devono presentare una perfetta struttura geometrica.

Prima e durante il riempimento devono essere apposti, all'interno dei singoli gabbioni, un adeguato numero di tiranti atti ad impedire sfiancamenti e deformazioni, i tiranti devono essere costituiti da filo di ferro a forte zincatura - ciascuno in unico spezzone di filo - agganciati alla rete metallica con legature abbraccianti due o tre maglie. Nei gabbioni di base devono essere apposti non meno di cinque tiranti verticali per metro quadrato, in quelli in elevazione i tiranti devono essere disposti orizzontalmente all'interno della scatola e in senso trasversale ad essa, per agganciare le pareti opposte, in numero di sei per ogni gabbione.

A riempimento ultimato, il coperchio deve essere opportunamente teso per farlo aderire ai bordi delle pareti verticali lungo le quali si effettueranno le dovute cuciture, passando sempre il filo entro ogni maglia e con giro doppio ogni due maglie. Nell'allestimento, unione e chiusura degli elementi è vietata ogni attorcigliatura dei filoni di bordatura.

Per il riempimento dei gabbioni devono essere usati ciottoli o scapoli di cava non friabili e non gelivi, comunque di qualità approvata dalla D.L.

È escluso il pietrame alterabile all'azione degli agenti atmosferici e dell'acqua con cui l'opera viene in contatto; in particolare il materiale di riempimento, sia ciottoli sia pietrame in scapoli, deve avere dimensioni minime superiori al doppio della maglia utilizzata e deve essere assestato a mano dentro l'elemento in modo da avere il minor numero possibile di vuoti, senza provocare lo sfiancamento delle pareti.

In particolare, si deve avere cura di collocare il migliore per qualità, regolarità delle forme e dimensioni a ridosso delle pareti del gabbione, specie per le pareti in vista dove l'assetto del pietrame deve essere tale da costituire un regolare parametro di faccia vista privo di schegge e con connessioni disposte a regola d'arte. In presenza delle tubazioni dei microdreni si attueranno quelle lavorazioni necessarie a permettere il passaggio del tubo in p.v.c attraverso il gabbione evitandone sia lo schiacciamento che la variazione di pendenza.

Con l'elevazione degli strati di gabbioni, si deve procedere al riempimento dei vuoti a tergo con materiale ghiaioso costipato.

### 22.3 MANTELLATE

Le mantellate devono essere costituite da materassi a tasche - con interasse 1 m - del tipo Reno, della larghezza di 2 m, della lunghezza da tre a 6 m e dello spessore di cm 25.

I materassi devono essere realizzati con rete metallica a doppia torsione con maglia esagonale di 5x7 cm e filo diametro 2 mm.

Per ciò che riguarda la zincatura, le legature, la metodologia di realizzazione, etc., vale quanto già definito per le gabbionate, con l'ulteriore prescrizione di effettuare un fitto reticolo di ancoraggi del materasso a terra, mediante spuntoni di ferro.

Il materiale di riempimento deve essere costituito da pietrame di cava, con composizione compatta, ad elevato peso specifico, non friabile né gelivo, e di dimensioni tali da non fuoriuscire dalla maglia della rete e da realizzare il maggiore costipamento possibile.

## 23. TERRE RINFORZATE

### 23.1 DESCRIZIONE

Le terre rinforzate sono strutture per il contenimento o la stabilizzazione di scarpate e rilevati e agiscono abbinando la presenza di elementi di rinforzo resistenti a trazione con paramenti sul fronte esterno realizzati in modo da consentire la crescita delle piante.

Il rinforzo può essere eseguito:

- a) con geosintetici
- b) con griglia metallica e geosintetici
- c) con griglia e armatura metallica
- d) con rete metallica a doppia torsione.

### 23.2 PRESCRIZIONI GENERALI

- pendenza massima del fronte esterno di max 65° 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 organica che trattenga il suolo
- consentendo la radicazione delle piante erbacee;
- idrosemina con miscele adatte alle condizioni di intervento con quantità minima di seme di 60g/m<sup>2</sup>, collanti, ammendanti, concimanti e fibre organiche (mulch) in quantità tali da garantire la crescita e l'autonomia del cotico erboso. A miglior garanzia di riuscita del cotico erboso le stuoie frontali dovranno, ove tecnicamente possibile, essere preseminate e preconciate;
- messa a dimora di specie arbustive pioniere locali per talea (10 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 un sistema di drenaggio a tergo della struttura in terra rinforzata che non impedisca però la crescita delle radici.

L'impiego delle specie arbustive sulle terre rinforzate va considerato quindi una condizione indispensabile per dare autonomia naturalistica, stabilità superficiale e collaudabilità a questo tipo di interventi.

### 23.3 FASI ESECUTIVE

L'APPALTATORE deve indicativamente procedere secondo le seguenti fasi esecutive:

- scavo di sbancamento fino alla quota di progetto;
- scotico dello strato superficiale per una profondità di media di 20 cm;
- compattazione del fondo dello scavo fino a raggiungere la densità di almeno il 95% della prova AASHO modificata;
- riempimento fino a raggiungere la quota di terreno preesistente e compattazione fino a raggiungere almeno il 95% della prova AASHO modificata;
- gradonatura della scarpata;
- posa in opera di teli geotessili stesi lungo il piano orizzontale, posizionati ad interasse non superiore a 1 m,
- posa in opera di strati di spessore max = 50cm (strati non superiori a 50cm per i gruppi A1, A2, A3 e A4, e 30cm per il gruppo A6) dei terreni da rilevato con pendenza trasversale pari a circa il 2%, tale da garantire lo smaltimento delle acque meteoriche;
- essiccazione o inumidimento delle terre fino ad ottenere l'umidità' ottimale corrispondente alla densità massima rilevata da prove di compattazione;
- compattazione degli strati in modo da raggiungere in ogni punto la densità secca pari al 90% della densità AASHTO modificata con modulo di deformazione minimo pari a 20 N/mm<sup>2</sup> su ciascuno strato, per tutta la superficie dello stesso;
- ripiegatura del telo geotessile.

La realizzazione deve comunque avvenire secondo quanto riportato negli elaborati di progetto; per quanto ivi non riportato valgono le indicazioni contenute nel presente capitolato speciale, nelle normative vigenti e nella buona regola d'arte cui la D.L. fa riferimento nell'imporre eventuali ordini di servizio.

Per il dettaglio dei materiali e delle relative modalità di posa in opera e delle fasi costruttive fare riferimento a quanto riportato negli elaborati progettuali.

### 23.4 CARATTERISTICHE DEI GEOSINTETICI

Per la realizzazione della scarpata in terra rinforzata si devono utilizzare teli geotessili costituiti da filamenti di poliestere ad alta tenacità rivestiti con guaina protettiva in polietilene, aventi resistenza minima a trazione longitudinale e trasversale pari rispettivamente a 80 kN/m e 5 kN/m.

I geosintetici dovranno rispettare inoltre le seguenti caratteristiche:

Durabilità minima prevista di 120 anni in terreni naturali con  $1.6 < \text{pH} < 13$  e temperature fino a 40°C sulla base dei relativi risultati delle prove di Laboratorio. Si raccomanda di proteggere il prodotto dall'esposizione solare entro 4 mesi dalla data di installazione.

Inerzia chimica totale, imputrescibilità, inattaccabilità da parte di roditori e microrganismi, insensibilità agli agenti atmosferici e all'acqua salmastra, stabilità ai raggi ultravioletti ottenuta mediante adatti quantitativi di nerofumo.

marchiatura CE in conformità alle norme EN 13249, 13250, 13251, 13253, 13254, 13255, 13257 e 13265 (e successive modifiche);

Il Sistema Qualità del Produttore deve essere certificato a fronte delle norme UNI EN ISO 9001:2000.

Le geogriglie devono essere certificate dall'ITC (Istituto per le Tecnologie della Costruzione)

Le caratteristiche prestazionali sopra esposte dovranno essere confermate con una \*\*dichiarazione di conformità, redatta dal produttore ed all'occorrenza accompagnata dalle relative prove di laboratorio, rilasciata per ogni 10.000mq di materiale consegnato.

### 23.5 CARATTERISTICHE DEI TERRENI DA RILEVATO

Il materiale da utilizzarsi per il corpo del rilevato può provenire dagli scavi all'interno del cantiere, qualora giudicato idoneo dalla D.L.

Generalmente devono essere impiegati esclusivamente materiali appartenenti ai gruppi A1 e A3 (con coefficiente di uniformità maggiore o uguale a 7, e comunque con pezzatura massima non superiore 71 mm), A2-4 e A2-6 di cui alla norma CNR-UNI 10006.

### 23.6 PROVE DI CONTROLLO

Prima che venga messo in opera uno strato successivo, ogni strato di rilevato deve essere sottoposto alle prove di controllo e possedere i requisiti di costipamento secondo quanto previsto nel presente Capitolato di cui all'Articolo PROVE E VERIFICHE.

La procedura delle prove di seguito specificata deve ritenersi come minima e deve essere infittita in ragione della discontinuità granulometrica dei materiali portati a rilevato e della variabilità nelle procedure di compattazione.

L'APPALTATORE deve eseguire le prove di controllo in contraddittorio con la D.L. nei punti indicati dalla D.L. stessa. Tali prove possono essere eseguite oltre che nel laboratorio dell'APPALTATORE anche da un laboratorio esterno. Il personale addetto deve comunque essere di provata esperienza ed affidabilità; il numero dei tecnici nonché quello delle attrezzature effettivamente disponibili deve essere tale da poter eseguire le prove in sito e in laboratorio con tempestività, continuità e con le frequenze previste. Prima di iniziare i lavori l'APPALTATORE deve sottoporre alla D.L. l'elenco del personale, delle attrezzature di prova nonché i certificati di calibrazione e taratura delle apparecchiature; durante i lavori l'esito delle prove deve essere trascritto tempestivamente su appositi moduli.

Tutti gli oneri conseguenti alla effettuazione e certificazione delle prove di cui al presente articolo devono intendersi a totale carico dell'Impresa.

La frequenza delle seguenti prove deve essere di almeno 1 ogni 500-1000 m<sup>3</sup>:

- classificazione CNR-UNI 10006;
- costipamento AASHTO Mod. CNR;
- densità in sito CNR 22;
- carico su piastra CNR 9-70317;

Il controllo dell'umidità deve essere effettuato in rapporto alle condizioni meteorologiche e delle caratteristiche dei materiali di riporto.

Sulle terre rinforzate devono essere anche eseguite prove di resistività, ph, solfuri, solfati e cloruri con frequenza non inferiore a 1 ogni 500-1000 m<sup>3</sup>.

## 24. CONSOLIDAMENTO AREE IN PENDIO

Per opere di consolidamento di aree in pendio, se non altrimenti specificato nei disegni di progetto e qualora ritenuto necessario dalla D.L., l'APPALTATORE deve far ricorso all'utilizzo di georeti o al metodo delle viminate e fascinate.

### 24.1 GEORETI

Sono costituite da stuoie dello spessore da 10 a 25 mm realizzate mediante la sovrapposizione di più griglie in polipropilene estruso (tipo Enkzmat della ditta AKZO, Multimat della ditta TENAX o similari). Dette stuoie, che devono essere poste in opera su un substrato livellato costituito da un terreno fertile, libero da massi, ceppi d'albero ecc.; devono essere posate con sovrapposizione in favore di corrente ed il loro ancoraggio alla sommità ed al piede del pendio deve essere eseguito mediante la realizzazione di una trincea ed assicurato lungo tutti i lati da appositi picchetti in ferro uncinati ( $\varnothing$  6 mm) infissi nel terreno per circa 50 cm; nei punti ove la rete non risulti a contatto con il substrato, questa deve essere fissata con dei picchetti aggiuntivi. Infine del essere eseguita l'operazione di riempimento delle stuoie e delle trincee con terra vegetale preventivamente concimata ed idonea alla semina.

### 24.2 VIMINATE-FASCINATE

Per opere di consolidamento di vaste aree in pendio, su richiesta della D.L., l'APPALTATORE deve far ricorso al sistema delle fascinate o viminate le quali sono realizzate con sviluppo lungo le curve di livello del terreno (isoipse). Esse sono costituite da picchetti di sostegno, diametro 60–80 mm e lunghezza fuori terra 25–30 cm, i quali vengono infissi nel terreno per circa 60 cm ad interasse di circa 50 cm; detti picchetti costituiscono sostegno per le fascinate/viminate realizzate mediante intreccio, attorno ai picchetti medesimi, di fascine o rami vivi poco ramificati della lunghezza di almeno 150 cm. La parte retrostante la fascinata/viminata, immediatamente a monte di questa, viene riempita con terra vegetale preventivamente concimata ed idonea per la successiva piantumazione delle essenze arboree. Detta terra di coltura deve essere reperita a cura dell'APPALTATORE ed essere selezionata prima del trasporto a piè d'opera affinché risulti già priva di radici, sassi, erbe infestanti e cotiche erbose e deve essere trattata con concime organico del tipo e nella quantità approvati dalla D.L. L'opera così realizzata deve consentire la piantumazione a tergo di essenze arboree autoctone caratterizzate da apparato radicale capace di agire a sostegno del terreno (ad esempio robinie, ontani ecc.).

### 24.3 BRIGLIE IN PALI DI CASTAGNO

Negli interventi di regimazione, di rettifica e di regolarizzazione di esistenti corsi d'acqua può essere richiesta la realizzazione di briglie in pali di castagno le quali, con funzione di sbarramento e di risalto, vengono disposte trasversalmente all'asse di deflusso delle acque e costituiscono valido presidio contro l'erosione delle sponde e degli alvei dei fossi, contribuendo a regimare la velocità delle acque. Dette briglie vengono costituite mediante pali in castagno, del diametro da 15 a 25 cm e lunghezza massima fuori terra di 100 cm, i quali debbono venire infissi nel terreno con opportuna profondità (almeno 150 cm) ad interasse di circa 100 cm. Detti pali costituiscono sostegno per la formazione dei diaframmi orizzontali, i quali vengono realizzati mediante traversi in castagno, del diametro di 8–10 cm, disposti a tergo con continuità in senso verticale- tra un palo e l'altro e legati a questi, oltreché tra loro, mediante filo di ferro zincato del diametro di 2,5 mm. La lunghezza minima di detti traversi deve essere di almeno 250 cm; ogni briglia in legno come sopra realizzata deve intestarsi infissa in ognuna delle due sponde del corso d'acqua per almeno 1 metro oltre la sagoma del terreno rimodellato. Qualora se ne rilevi la necessità i pali infissi per il sostegno della briglia possono essere coadiuvati da puntoni obliqui, pure in pali di castagno dello stesso diametro, intestati opportunamente nelle sponde a valle della briglia. La parte retrostante la briglia (a monte) deve essere riempita con scapoli in pietrame assestati a mano, con ciottoli di fiume e con ghiaia opportunamente assortiti, fino alla soglia di stramazzo della briglia stessa.

### 24.4 SPONDE DI FOSSI IN PALI DI CASTAGNO

Negli interventi di regimazione, di rettifica e di regolarizzazione di esistenti corsi d'acqua può essere richiesta la realizzazione di tratte di sponda di fosso mediante graticciati in pali di castagno; questi hanno la funzione di contenimento del terreno di sponda, vengono disposti parallelamente all'asse di deflusso delle acque e costituiscono valido presidio contro l'erosione delle sponde e contro il conseguente scalzamento al piede dei pendii soprastanti. Detti graticciati vengono costituiti mediante pali in castagno, del diametro da 15 a 25 cm e lunghezza massima fuori terra di 100 cm, i quali debbono venire infissi nel terreno con opportuna profondità (almeno 150 cm) ad interasse di circa 100 cm. Detti pali costituiscono sostegno per la formazione dei diaframmi longitudinali di sponda i quali vengono realizzati pure mediante pali in castagno, del diametro di 8–10 cm, disposti a tergo dei pali infissi e legati a questi, oltreché tra loro, mediante filo di ferro zincato del diametro di 2,5 mm. Questi pali longitudinali debbono essere sovrapposti con continuità per tutta l'altezza fuori-terra dei pali verticali, la loro lunghezza minima deve essere di almeno 250 cm. Ogni tratta di sponda come sopra realizzata deve essere opportunamente puntonata mediante pali obliqui intestati nel terreno e, ove necessario, deve essere

tirantata collegando mediante filo di ferro zincato del  $\varnothing$  4 mm- le teste dei pali verticali ad appositi picchetti metallici infissi nel terreno ad opportuna distanza dal fosso. La parte retrostante il graticciato (a monte) deve essere riempita con scapoli in pietrame assestati a mano, con ciottoli di fiume e con ghiaia opportunamente assortiti, fino alla soglia della briglia stessa.

#### **24.5 PROTEZIONI SPONDALI IN LEGNO E TALEE**

Negli interventi di sistemazione e rinaturalizzazione di sponde di fossi può essere richiesta la realizzazione di palizzate vive di protezione e consolidamento costituite da pali in larice o castagno del diametro di  $10\div 25$  cm posti alternativamente in senso longitudinale (elementi di lunghezza 4 m) ed in senso trasversale (elementi di lunghezza  $1,5 \div 2$  m) a formare un castello in legname, fissati tra loro con chiodi di ferro e tondini in acciaio; il castello deve essere via via interrato con una pendenza del  $10\div 15\%$  verso monte e con il paramento in pendenza del  $30\div 50\%$  pure verso monte per garantire la miglior crescita delle piante; l'intera struttura deve essere riempita con le terre provenienti dallo scavo, negli interstizi tra i pali orizzontali vanno collocate talee legnose di salici, tamerici od altre specie adatte alla riproduzione vegetativa, nonché piante radicate di specie arbustive pioniere; rami e piante debbono sporgere per almeno 25 cm dalla palizzata ed arrivare fino al terreno naturale.

L'altezza delle palizzate non supera generalmente il metro fuori terra, nel senso longitudinale -parallelo al letto del fosso- la lunghezza è variabile mentre l'altezza è generalmente decrescente in modo da raccordarsi gradatamente con la morfologia del terreno; spesso le palizzate si susseguono lungo il fosso in più riprese.

#### **24.6 PROTEZIONI DI PENDIO IN LEGNO E TALEE**

Negli interventi di sistemazione e rinaturalizzazione di pendii naturali od ottenuti da interventi di riprofilatura può essere richiesta la realizzazione di palizzate vive di protezione e consolidamento costituite da pali singoli in larice o castagno del diametro di  $20\div 25$  cm posti in senso longitudinale (elementi con lunghezza di almeno 4 m) secondo le isoipse del terreno, trattenuti in posizione da puntoni infissi nel terreno con direzione pressoché ortogonale allo stesso, del diametro di 15 cm, lunghezza  $0,6\div 0,7$  m di cui almeno la metà infissa nel terreno, posti ad interasse di  $1\div 1,5$  m; gli elementi longitudinali devono essere solidarizzati ai puntoni mediante chiodature e legature in filo di ferro zincato; a tergo dei pali longitudinali va sistemato del terreno vegetale selezionato in modo da ottenere una fascia ad andamento pianeggiante fino al bordo superiore dei pali stessi ; nel volume di terra così sistemata vanno collocate talee legnose di salici, tamerici

od altre specie adatte alla riproduzione vegetativa, nonché piante radicate di specie arbustive pioniere.

La disposizione delle palizzate nelle pendici può essere la più varia, come pure la lunghezza delle tratte che si possono susseguire in senso longitudinale e secondo la pendenza del terreno.

#### **24.7 PALIZZATE DI CONTENIMENTO TERRE**

Negli interventi di sistemazione e rinaturalizzazione di terreni in pendio può essere richiesta la realizzazione di palizzate di contenimento di terrazzamenti in terra –di sviluppo contenuto entro i 10 m per lato e di altezza generalmente non superiore agli 80 cm- mediante graticciati in pali di legno decorticati; questi hanno la funzione di contenimento del terreno, vengono disposti con il lato più sviluppato parallelo alle isoipse del terreno e con il lato/i corto ortogonale al precedente fino ad intestarsi francamente nel pendio. In genere i terrazzamenti che vengono a formarsi con tale sistema servono per l'impianto di cespugliature ed essenze arboree già sviluppate, sono spesso costituiti da due soli lati ciascuno dei quali va a raccordarsi gradatamente con la morfologia del terreno e si susseguono lungo il pendio su più livelli. Detti graticciati sono costituiti da pali in legno duro (castagno od altra essenza adatta), del diametro di circa 15 cm e lunghezza massima fuori terra di 100 cm, i quali debbono venire infissi nel terreno con profondità almeno eguale a quella fuori terra, ad interasse di circa 150÷200 cm; a tergo di questi pali debbono essere disposti, in senso longitudinale orizzontale, altri pali in legno (stessa essenza) del diametro di 8–10 cm, legati sia a quelli verticali sia tra loro mediante filo di ferro zincato del diametro di 2,5 mm; i pali longitudinali debbono essere sovrapposti con continuità per tutta l'altezza fuori terra dei pali verticali; la loro lunghezza minima deve essere di almeno 250 cm; negli angoli debbono essere incrociati alternativamente e sporgere almeno 5÷8 cm dal filo del paramento esterno. Ove necessario, nei tratti con maggiore sopraelevazione, i lati dei terrazzamenti devono essere opportunamente puntonati mediante pali obliqui intestati nel terreno, oppure tirantati collegando mediante filo di ferro zincato del  $\varnothing$  4 mm le teste dei pali verticali ad appositi picchetti metallici infissi nel terreno a tergo ed a opportuna distanza. La parte retrostante il graticciato (a monte) deve essere riempita con terra proveniente da scotico delle coltri, ed in superficie da terra vegetale concimata; immediatamente a ridosso dei pali in legno vanno posti scapoli in pietrame assestati a mano con funzione drenante.

#### **24.8 BORDATURE DI CONTENIMENTO**

Negli interventi di sistemazione e rinaturalizzazione di terreni in pendio può essere richiesta la realizzazione di percorsi pedonali lungo i quali occorre fare ricorso ad elementi

di bordatura per il contenimento del terreno lungo il sentiero e nelle scalinate. Generalmente detti elementi di bordatura assumono altezze non superiori ai 20÷30 cm fuori terra e sono disposti sia in senso longitudinale sia in senso trasversale rispetto allo sviluppo dei camminamenti; essi vengono realizzati –analogamente alle palizzate cui all'articolo precedente- mediante pali di legno decorticati (castagno od altra essenza adatta) del diametro di circa 10 cm e lunghezza 50÷70 cm, i quali vengono infissi nel terreno con profondità almeno eguale a quella fuori terra, ad interasse di circa 1÷1,2 m e sostengono altri pali in legno (stessa essenza) di pari diametro disposti a tergo in senso longitudinale o orizzontale, legati sia a quelli verticali sia tra loro mediante filo di ferro zincato del diametro di 2,5 mm; nella formazione di scalinate ogni gradino deve essere sorretto da almeno due pali verticali; i pali longitudinali debbono essere sovrapposti con continuità per tutta l'altezza fuori terra dei pali verticali. Ove necessario, nei tratti con maggiore sopraelevazione, i manufatti di contenimento devono essere opportunamente puntonati o tirantati come sopra descritto; in ogni caso la parte loro retrostante deve essere riempita con terra battuta e/o con materiale arido costipato avendo cura che comunque sia consentito il drenaggio delle acque superficiali.

## 24.9 MANUFATTI IN PIETRAME A SECCO

I manufatti in pietrame a secco vanno realizzati solo ove indicati nei documenti di progetto o esplicitamente richiesti dalla D.L., nelle forme e dimensioni come sopra precisate, utilizzando il pietrame presente sulla coltre dei luoghi di intervento, già dilavato e scevro da materie terrose, possibilmente già ossidato ed eroso dall'azione degli agenti atmosferici; l'esecuzione dei manufatti deve essere affidata a personale qualificato ed esperto delle tecniche costruttive caratteristiche del luogo.

Nel far presente che ai manufatti in oggetto si intende far ricorso prevalentemente per le opere di rinaturalizzazione, qualificazione architettonica e sistemazione paesaggistica dei siti di intervento, si richiede esplicitamente che essi vengano realizzati con la massima cura, si presentino di buona qualità e di efficace funzione, siano strutturalmente stabili, affidabili e durabili nel tempo.

Per garantire le suddette ultime caratteristiche si richiede che preliminarmente alla realizzazione dei manufatti si proceda alla compattazione meccanica del terreno di sedime, alla predisposizione di drenaggi-scoli-gargami-etc ed alla messa in atto di tutti gli accorgimenti necessari alla buona riuscita delle opere.

### 24.9.1 Muri a secco di delimitazione

Sono muri che si snodano essenzialmente fuori terra e con prevalente sviluppo lineare; hanno paramenti verticali, planari e regolari, hanno larghezza media di 40 cm ed altezza

media variabile dai 60 ai 100 cm sopra il piano di campagna, seguono generalmente la morfologia del terreno come piano di imposta mantenendo tuttavia rettilinea la sommità. Ove richiesto la loro conformazione planimetrica può essere costituita da forme geometriche, linee curve, segmenti paralleli, etc.

#### **24.9.2 Muri a secco di contenimento**

Sono utilizzati per la delimitazione ed il contenimento di terrazzamenti (quindi con estradosso al livello del terreno sovrastante) o di terrapieni (quindi al piede di fronti di terreno in scavo o rilevato) e pertanto si presentano con prevalente sviluppo lineare o a segmenti rettilinei o ricurvi; hanno paramento esterno inclinato verso monte di almeno il 20%, planare e regolare, hanno larghezza di 40 cm in sommità ed altezza media variabile dai 60 ai 100 cm sopra il piano di campagna, seguono generalmente la morfologia del terreno come piano di imposta mantenendo tuttavia rettilinea la sommità; il pietrame nel corpo del muro ha generalmente disposizione 'a reggipoggio'. Ove richiesto la loro conformazione planimetrica può essere costituita da forme geometriche, linee curve, segmenti paralleli, etc.

#### **24.9.3 Muri a secco di rivestimento**

Sono utilizzati come paramento esteriore addossato a strutture murarie che assolvono ad una funzione statica importante o ad una esigenza impiantistica non eludibile, ma che produrrebbero un impatto negativo se risultassero visibili; si possono presentare con varie forme e dimensioni, con paramento in vista planare e verticale oppure fortemente irregolare sia in altezza che secondo lo sviluppo planimetrico: nel primo caso hanno larghezza di 40 cm in sommità ed altezza variabile fino ai 150 cm sopra il piano di campagna, seguono generalmente la morfologia del terreno come piano di imposta e con la sommità si adattano a quella della struttura da schermare, nel secondo caso hanno dimensioni variabili generalmente crescenti dalla sommità verso il piano di imposta, seppur in modo volutamente irregolare, anche al fine di ospitare nicchie per l'allocazione di arbusti e cespugli; il pietrame nel corpo del muro ha disposizione apparentemente irregolare ma atta a garantirne la stabilità.

#### **24.9.4 Manufatti vari a secco**

Sono costituiti da volumi aventi forme e dimensioni svariate, con funzioni di arredo paesaggistico (punti di sosta o di avvistamento, dissuasori di percorso veicolare o pedonale, schermature attive e passive, ripari, frangiventi, etc); si possono presentare con

paramenti planari o irregolari, con disposizione razionale del pietrame oppure volutamente casuale, possono ospitare nicchie per l'allocazione di arbusti e cespugli.

#### **24.9.5 Macie**

Sono costituite da ammassi irregolari di pietrame di varie dimensioni, generalmente disposti in cumuli simmetrici od asimmetrici di limitata altezza, artificialmente realizzate per la copertura di piccole radure di terreno o per il rivestimento di aree in scavo o rilevato, comunque risultanti dalla realizzazione di strade e piazzole, al fine di mitigare l'effetto prodotto dalla manipolazione, di limitarne il dilavamento e di favorire la invasione vegetazionale.

##### **24.9.5.1 Cordolature**

Sono costituite da allineamenti regolari di pietre, in unica fila, aventi dimensioni e volume pressoché equivalenti (larghezza e altezza 25÷30 cm, lunghezza variabile dai 30 ai 50 cm) generalmente utilizzati per delimitare percorsi pedonali e veicolari, aree ricoperte da terra inerbita, etc.; le pietre devono risultare accostate con continuità sia in senso trasversale che longitudinale e debbono essere parzialmente incastrate nel piano di posa.

### **24.10 SCOGLIERE IN PIETRAMME**

L'entità degli scavi e le caratteristiche meccaniche dei terreni interessati dalla realizzazione di opere di vario genere, può rendere opportuna l'adozione, al piede di talune scarpate di scavo, di strutture di contenimento di tipo "flessibile" costituite da scogliere in pietrame.

L'esecuzione delle scogliere deve avvenire per campioni di lunghezza max 15 m, curando di provvederne l'ultimazione nel più breve tempo possibile; non si può pertanto lasciare scoperto il fronte di scavo (che deve avere in genere pendenza 1/1) atto all'appoggio della scogliera se non per il tempo occorrente all'immediata posa della stessa.

La scogliera deve avere appoggio continuo su massetto in calcestruzzo magro, dello spessore di 20 cm, inclinato del 10% sull'orizzontale verso monte.

Onde evitare il progressivo intasamento della parte drenante della scogliera, essa deve essere completamente rivestita in geotessile, adeguatamente soprammontato.

Il geotessile deve avere peso non inferiore a 250 g/m<sup>2</sup>, resistenza a trazione trasversale non inferiore a 700 N/5 cm ed altre caratteristiche come prescritto al successivo Art. "GEOTESSILE".

Per la captazione e l'allontanamento delle acque drenate deve essere alloggiata, nel corpo drenante, una tubazione microfessurata in barre rigide di acciaio zincato, con diametro 300 mm ed altre caratteristiche come da Art. "DRENAGGI DI SUPERFICIE/Tubazione di scolo".

Il corpo drenante della scogliera deve essere realizzato, nella forma e dimensioni previste in progetto, con materiale arido selezionato di caratteristiche e pezzatura come da Art. "DRENAGGI DI SUPERFICIE/Corpo drenante". Detto materiale deve essere posto in opera con mezzo meccanico entro il telo geotessile, quindi deve essere opportunamente profilato con la pendenza di progetto, prima della chiusura del telo.

A ridosso del corpo drenante cui sopra deve essere steso, pure con mezzo meccanico, uno strato di transizione - dello spessore medio di 20–30 cm - in materiale arido di cava avente pezzatura max 30 mm e granulometria Tipo "B" come risulta dalla Norma CNR-UNI 10006. Pure questo strato di materiale deve essere profilato con la pendenza di progetto.

A completamento della scogliera viene steso, sullo strato di transizione ora detto, una coltre di terreno vegetale dello spessore 30 cm, atta all'inerbimento, che costituirà il paramento esterno della scogliera. Il terreno vegetale deve essere opportunamente selezionato prima del trasporto a piè d'opera, deve essere privo di radici ed erbe infestanti, ricco di humus, profilato e regolarizzato accuratamente (a mano se necessario), e adeguatamente consolidato, inseminato ed innaffiato.

La pendenza del paramento finito deve risultare esattamente quella di progetto e la sua superficie deve risultare inerbita alla consegna delle opere alla COMMITTENTE.

#### **24.11 DRENAGGI E TRINCEE DRENANTI**

Ove previsto negli elaborati di progetto, o comunque in accordo con la D.L., si deve ricorrere alla realizzazione di drenaggi di superficie allo scopo di abbattere e/o regimare il livello di falda dal piano di campagna oppure per captare e smaltire le acque superficiali ruscellanti.

I drenaggi finalizzati alla modifica della falda sono costituiti da singoli rami o da serie di trincee drenanti (aste), parallele ed ad interassi costanti, sviluppate generalmente in direzione monte-valle lungo il pendio, e da un collettore ad esse trasversale, per la raccolta ed il deflusso delle acque captate e convogliate dalle "aste", scaricante direttamente in fossati limitrofi oppure indirettamente mediante deflusso in altre analoghe opere presenti nell'area.

I drenaggi finalizzati alla regimazione delle acque superficiali sono costituiti da singoli rami sviluppati coerentemente alla acclività del terreno, spesso affiancati da altri rami autonomi e non necessariamente paralleli, con deflusso in fossati o direttamente in superficie, anche utilizzando materiale drenante di grande pezzatura trovato in loco o prodotto da cava autorizzata; trovano particolare utilizzo nella costruzione di strade in rilevato per trasferire a valle le acque superficiali che si raccolgono a monte del corpo stradale, in sostituzione dei comuni attraversamenti mediante condotte metalliche o

cementizie laddove l'impatto visivo di queste ultime risulta rilevante e non compatibile con i criteri di mitigazione che la D.L. è tenuta ad osservare.

L'efficacia dei sistemi drenanti deve essere verificata mediante controlli di portata da rilevarsi periodicamente presso le opere di sbocco.

#### **24.11.1 Escavazione delle trincee**

Le trincee devono essere realizzate mediante scavo a sezione obbligata, con mezzo meccanico, della larghezza media tipica di 80 cm e profondità secondo i profili di progetto, per campioni di 15 – 20 m di lunghezza a seconda della natura del terreno, saranno comunque da considerarsi prescrittivi gli elaborati progettuali. Quando il sistema di drenaggio interessa aree sedi di rilevato, l'escavazione delle trincee deve essere successiva all'azione di scotico di tutta l'area di impronta del rilevato stesso.

Circa le prescrizioni esecutive dello scavo, vale quanto previsto al successivo Art. "SCAVI"; si fa comunque presente la necessità di provvedere all'allontanamento delle acque per qualunque motivo presenti nello scavo, di evitare assolutamente contropendenze del fondo-scavo, di allontanare immediatamente le terre scavate per evitare il loro riflusso nella sede del drenaggio.

#### **24.11.2 Massetto di fondo**

Sul fondo della trincea, previa accurata pulizia dello scavo, viene eseguito il getto di calcestruzzo magro (magrone) dello spessore medio di 15 cm: l'estradosso di questo deve risultare costantemente in pendenza secondo i valori di progetto.

Solo per eventuale e dimostrata tendenza delle pareti della trincea a franare o chiudersi durante il tempo di presa del calcestruzzo, la Direzione Lavori della COMMITTENTE può disporre la non esecuzione del massetto; in tal caso il fondo dello scavo deve essere accuratamente rettificato secondo la prevista pendenza e regolarizzato.

Nei drenaggi finalizzati allo smaltimento delle acque di superficie il massetto di fondo viene realizzato solo in particolari situazioni, se richiesto dalla D.L.

#### **24.11.3 Geotessile**

All'interno della trincea, con la dovuta cura e con tutti gli accorgimenti atti ad impedire l'ingresso di terre nella stessa, deve essere disposto il geotessile avente funzione di filtro contro il passaggio delle particelle solide all'interno del corpo drenante. Il telo deve essere posto in opera con sovrammonti di almeno 25 cm lungo l'asse della trincea, e di almeno 40 cm sul corpo del materiale arido drenante, nel senso trasversale della trincea. Il

geotessile deve avere le caratteristiche prescritte all'Art. "GEOTESSILE/Geotessile per drenaggi".

#### 24.11.4 Tubazione di scolo

Nei drenaggi di regimazione della falda, sul fondo della trincea già rivestita di geotessile deve essere stesa la tubazione atta a captare ed a convogliare le acque drenate allo scarico. La tubazione può essere del tipo "fessurato" o "forato", in barre rigide di lamiera ondulata in acciaio zincato (spessore minimo 0,8 mm) oppure in PVC o PEAD e comunque nel materiale e diametro indicati sugli elaborati progettuali. Deve essere in genere utilizzato il diametro minimo 200 mm per le "aste" drenanti, ed il diametro minimo 300 mm per i collettori trasversali. La lunghezza delle barre di tubazione deve essere non minore di 6 m. Salvo eventuali casi particolari non è richiesta la giunzione delle barre con pezzi speciali e le tubazioni devono essere depositate sul fondo della trincea in posizione allineata e con le estremità a contatto; per evitare l'ingresso di pietrisco, dette estremità devono essere preventivamente chiuse con rete metallica a maglia 10x10 mm. Deve invece essere assicurata la continuità della pendenza di scolo, quindi l'assenza di contropendenze e/o risalti tra barre consecutive.

Nei drenaggi finalizzati allo smaltimento delle acque di superficie la tubazione di scolo viene utilizzata solo in particolari situazioni, se richiesta dalla D.L.

#### 24.11.5 Corpo drenante

Nei drenaggi dotati di tubazione di scolo, le trincee devono essere riempite con materiale arido selezionato, e preferibilmente lavato, di fiume o di cava, con pezzatura max 100 mm, pezzatura minima pari ad almeno 1,5 volte il diametro dei fori della tubazione di scolo, ma non minore in ogni caso di 15 mm; la pezzatura deve quindi variare fra i due limiti suddetti.

Al fine di evitare danneggiamenti alla tubazione di scolo si prescrive che il primo strato di materiale, almeno fino a 15 cm oltre l'estradosso della tubazione, sia di pezzatura meno grossolana (15÷30 mm), e che la successiva posa in opera del materiale di pezzatura maggiore avvenga senza caduta dall'alto.

Nella fase di riempimento delle trincee si devono rispettare fedelmente le quote progettuali di chiusura del geotessile o, quantomeno, l'altezza minima di quest'ultimo dal fondo scavo. Ad avvenuta chiusura del telo, nelle aree sede di rilevato per formazione piazzale, la trincea deve essere ulteriormente riempita, fino al piano di scotico o di gradonatura secondo disposizioni della D.L., con il medesimo materiale arido selezionato. Lo spessore di quest'ultimo riempimento deve essere comunque tale da consentire la gradonatura dei piani di posa dei rilevati -ove previsti- senza rischio di arrecare danni al

corpo drenante contenuto nel geotessile. Le trincee ricadenti in aree non sede di rilevati devono essere invece sigillate con uno strato di terreno vegetale o di argilla dello spessore minimo di 25÷30 cm.

Nei drenaggi non dotati di tubazione di scolo, la pezzatura del materiale costituente il corpo drenante deve variare tra 50 e 100 mm, con almeno il 50 % di pezzatura 100 mm.

#### **24.12 DRENAGGI CONTRO-MURO**

Sul paramento interno di muri o di altre opere in calcestruzzo, ed ovunque lo richieda la D.L., devono essere eseguiti drenaggi per la captazione e l'evacuazione delle acque provenienti dai terreni. I drenaggi possono essere realizzati, secondo quanto previsto in progetto o richiesto dalla D.L., come segue:

con scapoli di pietrame arenaceo e calcareo assestati a mano, eventualmente rifioriti in testa con pietrame di minori dimensioni;

con materiale arido di cava, di pezzatura minima 30 mm e massima 100 mm.

L'acqua drenata deve essere convogliata nelle canalette appositamente predisposte nei getti, oppure nelle tubazioni forate o fessurate in p.v.c. o in PEAD collocate a tergo delle pareti verticali, oppure deve essere fatta defluire dalle estremità delle opere stesse e/o dalle tubazioni in p.v.c. collocate nei getti trasversalmente alle pareti delle strutture.

Il drenaggio deve essere alloggiato entro un geotessile drenante con tipologia e prescrizioni di posa in opera cui all'Art. "GEOTESSILE/Geotessile per drenaggi".

## 25. GEOTESSILI E GEOCOMPOSITI

Per la realizzazione di opere specifiche quali drenaggi, scogliere, etc. e dovunque la D.L. ne ritenga necessario l'utilizzo, è richiesta la fornitura e posa in opera di geotessile, adatto all'uso specifico richiesto, secondo metodologie ed istruzioni che devono essere definite in cantiere. Il geotessile deve essere costituito da tessuto in fibra di polipropilene (tipo Propex o simili) o da "tessuto non tessuto" in fibra di poliestere (tipo Drenotex o simili) a filamenti continui coesionati meccanicamente, senza uso di collanti o componenti chimici. I materiali di cui l'APPALTATORE propone l'utilizzo devono essere preventivamente approvati dalla D.L. sulla base di esauriente documentazione e certificazione tecnica che ne giustifichi l'uso per la funzione richiesta.

### 25.1 GEOTESSILE PER DRENAGGI

Per esecuzione di trincee drenanti, di microdreni e per drenaggi a tergo di opere in calcestruzzo, devono essere utilizzati geotessili aventi funzione di filtro contro il passaggio di particelle solide all'interno del corpo drenante. Il telo deve avere peso non inferiore a 200 g/m<sup>2</sup>, resistenza a trazione trasversale - su striscia di 5 cm - non inferiore a 500 N (secondo UNI 8202 - parte 8<sup>^</sup>), allungamento 50-70%, permeabilità verticale all'acqua (con battente 100 mm d'acqua) non inferiore a 30 l/m<sup>2</sup> sec. Il telo deve essere posto in opera, generalmente, con sovrammonti di almeno 25 cm lungo l'asse del drenaggio e di almeno 40 cm sul corpo del materiale drenante nel senso trasversale all'asse del drenaggio, salvo diverse prescrizioni di progetto.

La tipologia di geotessile per drenaggi deve essere utilizzata, con la stessa funzione di filtro precedentemente descritta, come separazione del terreno vegetale di ripristino delle piazzole dalla sottostante ossatura carrabile.

### 25.2 GEOTESSILE PER SCOGLIERE

Per l'esecuzione di eventuali scogliere in pietrame deve essere utilizzato geotessile avente funzione di filtro, come al punto precedente, ma del peso di 250 g/m<sup>2</sup> e con resistenza a trazione trasversale di 700 N/5cm. Per le altre caratteristiche e per la posa in opera vale quanto prescritto al punto precedente.

### 25.3 GEOTESSILE PER SEPARAZIONE

Per la separazione di rilevati o soprastrutture dai relativi piani di posa, per evitare il rischio di contaminare con argille o limi il materiale arido di riporto, o comunque a discrezione

delle D.L., devono essere sempre (a meno di differenti prescrizioni di progetto o disposizioni della D.L.), utilizzati geotessili aventi funzione di separazione e quindi di trattenimento delle particelle più fini del terreno in sito. Il telo deve avere peso non inferiore a 300 gr/m<sup>2</sup>, resistenza a trazione trasversale c.s. non inferiore a 900 N, resistenza alla perforazione (Persoz) non inferiore a 3000 N. I teli devono essere stesi in opera con sovrapposti minimi di 30 cm, curando di evitarne il contatto con ciottoli spigolosi o di dimensioni notevoli rispetto alla granulometria dominante.

#### 25.4 GEOCOMPOSITI

Ove indicato nei disegni di progetto o richiesto dalla D.L., l'APPALTATORE deve fornire e porre in opera un geocomposito per la captazione ed il trasporto delle acque in trincea in terra. Il geocomposito drenante (tipo Pacdrain della Italdreni o similari) è costituito da un'anima termoformata in PEAD a cuspide simmetrica avvolta da un geotessile non tessuto da filo continuo spunbonded; l'anima del geocomposito ha uno spessore di 6 mm ed un'altezza di 900 mm con una resistenza a compressione non inferiore a 450 kPa.

Il rivestimento in geotessile include una tasca posta alla base dell'anima, dentro alla quale viene installato, con l'ausilio di una apposita cordella, il tubo drenante di diametro compreso tra 100 e 160 mm. La posa deve avvenire in modo da garantire la verticalità del geocomposito all'interno della trincea e la successiva compattazione del reinterro.

## 26. REGIMAZIONE ACQUE DI SUPERFICIE

Ove previsto dai disegni di progetto ed ovunque richiesto dalla D.L., in qualsiasi fase del programma lavori, debbono essere realizzate opere di regimazione e canalizzazione delle acque di superficie, atte a prevenire i danni provocati dal ruscellamento delle acque piovane ed a canalizzare le medesime verso i compluvi naturali.

### 26.1 CUNETTE

Le cunette sono realizzate in terra, a sagoma trapezia, con materiale anche argilloso, mediante opere di scavo e/o profilatura comunque eseguite, secondo le dimensioni e le pendenze di progetto, fino al raccordo con l'opera di presa. I fossi di guardia sono assimilati alle cunette.

### 26.2 CANALETTE

#### Trapezoidali (Tipo ANAS)

In calcestruzzo vibrato prefabbricato, di forma trapezoidale ad incastro (dimensioni cm 54x42-33x13-16); esse possono essere posizionate in opera:

- a) direttamente sul terreno, mediante solcatura della superficie di posa, allettamento e rinfianco in terreno vegetale;
- b) su letto di calcestruzzo magro "a fresco" dello spessore di 8-10 cm, mediante solcatura della superficie di posa, rinfianco pure in calcestruzzo.

#### Semicircolari

Costituite da elementi prefabbricati semicircolari in calcestruzzo vibrato delle dimensioni di metà tubo  $\varnothing$  200-300 mm posti su letto di calcestruzzo magro "a fresco" dello spessore di 8-10 cm, mediante solcatura della superficie di posa e rinfianco pure in calcestruzzo.

In ogni caso i bordi superiori delle canalette debbono risultare al pari della superficie finita sulla quale si trovano, di qualunque natura essa sia.

#### In scapoli di pietra

Costituite da elementi di pietra locale di colore bruno o simile al terreno naturale, con dimensioni minime di 15 cm, cementati e posti su letto di calcestruzzo magro "a fresco" dello spessore di 8-10 cm, mediante solcatura della superficie di posa a formare una canaletta tipo semicircolare di larghezza utile interna in pianta di 50 cm.

In ogni caso i bordi superiori delle canalette debbono risultare al pari della superficie finita sulla quale si trovano, di qualunque natura essa sia.

### 26.3 CANALI SEMICIRCOLARI

Per la raccolta, il convogliamento e l'allontanamento delle acque meteoriche sono previste in progetto, o vengono richieste dalla D.L., delle canalizzazioni costituite da elementi prefabbricati semicircolari in calcestruzzo vibrato delle dimensioni di metà tubo  $\varnothing$  300÷500 mm; detto elemento semicircolare viene posto in opera - entro apposito scavo - su letto e rinfiango di calcestruzzo con classe di resistenza minima Rck 20 N/mm<sup>2</sup> dello spessore di 15 cm; la superficie esterna dei rinfianchi deve essere rettilinea e lisciata a fresco alla quota del bordo del semitubo; il canale, allorché realizzato sul piano di campagna, deve essere rinfiancato con terreno vegetale.

### 26.4 CANALI TRAPEZI

Per fossi di guardia e/o per convogliamento delle acque verso i fossi naturali può essere richiesta l'esecuzione di canalizzazioni costituite da elementi prefabbricati in calcestruzzo vibrato a sezione trapezoidale delle dimensioni esterne medie di cm 55x55 e lunghezza 80 – 100 cm, del tipo ad incastro, da porre in opera - entro apposito scavo - su letto di sabbia o di magrone, con rinfianco in terreno vegetale e stuccatura dei giunti interni.

### 26.5 ATTRAVERSAMENTI STRADALI

Gli attraversamenti stradali possono essere realizzati, salvo diverse indicazioni riportate negli elaborati del progetto esecutivo e disposizioni impartite dalla D.L., con tubazioni di opportuno diametro in calcestruzzo centrifugato o in lamiera ondulata in acciaio inglobati in un getto di calcestruzzo Classe 200 o in materiale arido costipato proveniente dagli scavi.

#### 26.5.1 Attraversamenti stradali con grigliato

I grigliati stradali, qualora non in contrasto con gli elaborati progettuali o con le prescrizioni fornite dalla D.L. sono costituiti da una canale di calcestruzzo della classe di resistenza minima Rck 25 N/mm<sup>2</sup>, con larghezza interna cm 50 e profondità max cm 60, armata in Fe B 38 K come da disegni di progetto. Le pareti ed il fondo hanno spessore cm 20, il fondo ha pendenza 1% verso lo scarico, salvo diverse indicazioni riportate sugli elaborati progettuali o impartite dalla D.L.

Il manufatto deve essere dato completo di controtelaio zancato in angolare di opportune dimensioni (di norma 100x65x7 mm) in acciaio, ove trova sede la griglia di copertura. Ove occorrente, alle estremità della canale debbono essere realizzati i pozzetti pure in c.a.,

gettati in opera o prefabbricati, delle dimensioni interne 50x50xprof.80 cm, completi di lastre di copertura in c.a. e svani trapezoidali di raccordo alle cunette.

## 27. SISTEMAZIONI A VERDE

Al fine di proteggere le superfici nude di terreno ottenute con l'esecuzione degli scavi e dei rilevati, e per il recupero ambientale dell'area oggetto dell'insediamento, si deve dare luogo ad un'azione di ripristino e consolidamento del manto vegetativo, coerentemente agli indirizzi urbanistici e paesaggistici.

Per ottenere i migliori risultati degli interventi previsti e per verificarne l'efficacia, l'APPALTATORE è tenuto ad eseguire gli interventi stessi non appena gli vengono ordinati dalla D.L.; resta pertanto inteso che l'esecuzione frazionata ed in più riprese di una lavorazione o trattamento non dà adito a richieste di compenso alcuno in quanto qui esplicitamente prevista.

Tutti i lavori devono essere eseguiti a perfetta regola d'arte e secondo i dettami ultimi della tecnica moderna. Le opere devono corrispondere perfettamente a tutte le condizioni stabilite nelle presenti prescrizioni tecniche ed al progetto esecutivo generale dell'area. L'esecuzione dei lavori deve essere coordinata secondo il programma lavori e secondo le prescrizioni della D.L.

### 27.1 LIVELLAMENTO DELLE SUPERFICI, STERRI E RIPORTI E APPORTO TERRA DI COLTIVO

Prima di effettuare qualsiasi impianto o semina, l'APPALTATORE, in accordo con la D.L., deve verificare che il terreno sia adatto alla seminazione; in caso contrario, devono essere eliminati gli avvallamenti e le asperità che potrebbero formare ristagni d'acqua seguendo l'andamento naturale del terreno. La terra di coltivo rimossa e accantonata nelle fasi iniziali degli scavi deve essere utilizzata secondo le istruzioni della D.L. Prima della stesura della terra di coltivo, vengono asportati tutti i materiali risultanti in eccedenza e quelli di rifiuto, anche preesistenti e l'APPALTATORE deve provvedere ad allontanare i materiali inutilizzabili presso le discariche autorizzate o nei luoghi indicati dalla D.L., secondo quanto già riportato nell'articolo "DISCARICHE". Gli sterri e i riporti di terra devono permettere di raggiungere le quote definitive di progetto, rispettando i tracciamenti dei percorsi e delle piazzole.

### 27.2 SPIETRATURA

Sulle zone di terreno ove è stata ricostruita la coltre superficiale o che comunque sono state interessate da scavi/rinterri/piste/lavorazioni in genere e quindi presentano una marcata discontinuità del materiale terroso e densa disseminazione di scapoli in pietra, la D.L. può richiedere la spietatura della coltre mediante trattamento della stessa con apposite macchine operatrici meccaniche le quali traslano in profondità gli scapoli lapidei;

con il passaggio di detti macchinari sul terreno deve essere sostanzialmente eliminata la presenza degli scapoli nello spessore superficiale di almeno 25÷30 cm ed effettuata la lavorazione meccanica dello stesso, che deve quindi risultare omogeneo, sminuzzato, regolarizzato, livellato, pronto per l'inerbimento. Se necessario, il trattamento di spietatura deve essere preceduto da una adeguata lavorazione meccanica del terreno.

### **27.3 TERRENO VEGETALE**

Sulle superfici di terreno piane e inclinate, sia di scavo che di riporto, ed ovunque lo richieda la D.L., si deve procedere allo stendimento di uno strato di terra vegetale, dello spessore di 20 – 30 cm o come indicato in loco dalla D.L. della COMMITTENTE.

La terra vegetale deve essere reperita a cura dell'APPALTATORE ed essere selezionata prima del trasporto a piè d'opera, affinché risulti già esente da radici, sassi, erbe infestanti e cotiche erbose; sia il trasporto che lo stendimento possono avvenire sia con mezzi meccanici che a mano secondo necessità; la posa in opera deve essere preceduta da eventuale preparazione e/o ripristino della superficie di supporto affinché sia garantita una buona adesione del ricarico vegetale; quest'ultimo, a stendimento completato, deve essere regolarizzato, rettificato ed eventualmente rullato, comunque sistemato ad arte affinché le superfici finite risultino uniformi e pronte alla semina.

In casi particolari, ove si verifichi l'instabilità del riporto vegetale su superfici inclinate, la D.L. può richiedere la preventiva fornitura e posa in opera di pannelli d'armatura del terreno del tipo con struttura a nido d'ape (ARMATER o simili) in geotessile irrigidito, imputrescibile e permeabile; i pannelli opportunamente ancorati al terreno ed a riempimento avvenuto devono risultare non visibili.

### **27.4 FORMAZIONE DEL TAPPETO ERBOSO**

#### **27.4.1 Seminazione manuale**

Deve essere effettuata su terreno preparato come descritto precedentemente; prima di procedere alla semina l'APPALTATORE deve darne tempestiva comunicazione alla D.L.. La semina deve essere eseguita a spaglio da personale specializzato, con l'ausilio di mezzi meccanici, avendo cura di distribuire uniformemente il seme sulla superficie nella quantità di 25 gr/mq. Dopo la semina deve essere eseguita una rullatura con un rullo di peso non superiore a kg 150. Infine una omogenea e leggera irrigazione, avendo cura di non creare buche o discontinuità nella superficie, deve completare le operazioni di semina.

### 27.4.2 Idrosemnagione

Deve essere eseguita su superfici di qualunque forma e dimensione, costituite da terreno di qualsiasi natura.

Il trattamento deve essere preceduto da accurato esame in loco delle caratteristiche geomorfologiche del terreno e delle condizioni fisico-ambientali per l'individuazione delle essenze erbacee ed arbustive adatte alla zona, anche in relazione all'aspetto ambientale da perseguire.

La seminagione deve avvenire con il metodo "bianco - verde", mediante idro-seminatrice a spruzzo del tipo e potenzialità adatte al cantiere ed alla sua viabilità in particolare.

Nel miscuglio a soluzione acquosa da spruzzare debbono essere presenti almeno 400 kg/Ha di semente erbacee (25% leguminose, 70% graminacee e 5% di altre specie), almeno 3 Kg/Ha di semente arbustive (ginestra, rosa canina, ligustro, olivello spinoso, pruno, ontano), almeno 800 Kg/Ha di concime ORGANICO ed 800 Kg/Ha di concime chimico, 600 Kg/Ha circa di resine acriliche, 25 Kg/Ha circa d'additivi.

Eventuali zone di terreno trattate con idrosemnagione che non risultassero inerbite, debbono essere oggetto di successivi processi di semina fino al risultato positivo, a cura e spese dell'APPALTATORE.

### 27.5 GRIGLIATI CARRABILI PER PAVIMENTAZIONI ERBOSE

Dove richiesto dalla D.L. devono essere forniti e posti in opera, su sottofondo di sabbia dello spessore di cm 10, livellato e compattato, degli elementi alveolari in c.a.v delle dimensioni di circa 50x50 cm e dello spessore di cm 12; il rapporto vuoto pieno di ogni elemento deve essere 40% pieno (c.a.v.) 60% vuoto.

Dopo la posa in opera secondo i piani di progetto il vuoto degli elementi deve essere riempito con terreno vegetale concimato fino alla sommità e quindi seminato con miscuglio di erbacee.

### 27.6 REALIZZAZIONE BANCHINE

L'esecuzione di banchine deve essere effettuata mediante scarifica di una fascia di terreno della larghezza di 50 o 125 centimetri circa, per una profondità di 20÷30 centimetri o come indicato in loco dalla D.L.; quindi si deve procedere al riporto di terreno vegetale scevro da radici, fino alla quota della carreggiata adiacente, finito, steso e compattato a mano.

## **27.7 RIPROFILATURA DI SCARPATE**

Ove previsto in progetto o richiesto dalla D.L., l'APPALTATORE deve procedere alla riprofilatura di scarpate esistenti mediante impiego di mezzo meccanico utilizzando apposite benne e rifinitura a mano secondo le pendenze indicate dalla D.L., con esecuzione di eventuali banche di riposo e regolarizzazione della superficie inclinata, che deve risultare liscia e compatta in modo da evitare il dilavamento.

## 28. RECINZIONI, CANCELLI, DELIMITAZIONI

### 28.1 RECINZIONE DEFINITIVA

La recinzione di tipo definitivo deve essere realizzata, su basette di cls. con classe di resistenza minima Rck 25 N/mm<sup>2</sup>, con montanti in ferro a T del tipo UNI 5785-66 delle dimensioni di 60x60x7 mm (peso Kg/ml 6,23) ed altezza m 2,50, provvisti di n°3 fori e di testa a punta di lancia; i montanti debbono essere murati per almeno 30 cm nelle basette in cls ed essere posti ad un interasse di m 2,50.

Se finalizzata alla perimetrazione di un fondo chiuso l'altezza della recinzione dal piano di campagna deve in ogni punto risultare non minore di 2 m, se finalizzata ad altro uso l'altezza può essere ridotta ad 1,5 m dal piano di campagna.

I profilati debbono essere del tipo zincato a caldo secondo le prescrizioni delle Norme CEI 7 - 6 Ediz. VII 1968 fasc. 239 e verniciati in opera con 1 mano di fondo epossiammidico dello spessore di 50 micron e una mano di finitura poliuretanicca da 40 micron di colore verde. La COMMITTENTE si riserva di far effettuare all'APPALTATORE le prove di qualità previste dalle stesse Norme su alcuni profilati.

Deve essere quindi posta in opera una rete plastificata tipo Plasitor 50 della Ditta BEKAERT o similare, colore verde, a maglia sciolta di 50 x 50 mm, formata da filo di ferro zincato plastificato di diametro di almeno 2,7mm, tesata con taglie e fissata a tre fili zincati plastificati, di 3 mm. di diametro, tesati con tenditori. In corrispondenza delle interruzioni la rete deve terminare con un tondo in acciaio inox inserito nelle maglie per tutta l'altezza della rete e fissato al montante con bulloni ad occhiello pure in acciaio inox.

In alternativa ai montanti metallici, ove richiesto dalla COMMITTENTE, la recinzione può essere realizzata con pali in c.a.v. delle dimensioni di 10x10 cm circa alla base e di cm 7x8 in testa, con altezza m 2,50; i pali debbono essere infissi per almeno 30 cm nel terreno ed essere posti ad un interasse non superiore a m 2,50; i pali terminali e quelli di angolo devono essere completi di puntone laterale sempre in c.a.v. delle dimensioni di circa 9x9 cm e dell'altezza di m. 2.20.

Se richiesto dalla D.L., in localizzazione ove sia necessario interromperne la continuità elettrica, la recinzione deve essere interrotta ogni 20 m di tratta rettilinea ed in ogni angolo orizzontale, con doppi montanti distanziati di cm 10, entrambi muniti di puntoni.

### 28.2 RECINZIONE DI DELIMITAZIONE IN RETE

Va realizzata con paletti di legno duro con diametro 10 cm ed altezza m 1,35 -di cui almeno m 0,30 infissi nel terreno- posti ad interasse di m 2,50; fra i paletti deve essere tesata una rete di acciaio zincato tipo Ursus Leger della Ditta BEKAERT o similare (da

pecore) dell'altezza di m 1,02, formata da otto fili orizzontali degradanti da 10 a 20 cm di interasse, con fili verticali equidistanti, del peso complessivo di kg. 0,444/ ml. Ove richiesto dalla COMMITTENTE debbono essere pure realizzati dei cancelli in legno e rete di acciaio c.s., ad ante di larghezza 2, ÷3,5 m ed altezza 1 m.

### **28.3 RECINZIONE DI DELIMITAZIONE IN FILO SPINATO**

Va realizzata con paletti di legno duro decorticati posti ad interasse di m 2,50 collegati da più ordini di filo di ferro spinato zincato (composto da 2 fili del diametro 1,7 mm, del peso non inferiore a 5 Kg/100 m) tipo Motto della Ditta BEKAERT o similare, disposti orizzontalmente ad interasse di 30÷35 e solidarizzati ai paletti mediante appositi chiodi ad U in acciaio zincato; inoltre ogni filo orizzontale deve essere avvolto attorno al paletto ogni 5 m ; per le recinzioni di altezza 1,5 m o superiore devono essere apposti anche 2 fili di ferro spinato diagonali per ogni campata , unenti la testa di ogni paletto con la base dei due adiacenti.

Il paletti in legno deve avere diametro non minore di 10 cm per recinzioni di altezza 1 m , non minore di 13 cm per recinzioni di altezza 1,5 m e non minore di 15÷17 cm per recinzioni di altezza 2 m ; le lunghezze dei paletti devono essere tali da consentirne l'infissione nel terreno per almeno 30 cm nelle recinzioni alte 1 m e per almeno 50 cm in quelle alte 2 m.

Ove richiesto dalla COMMITTENTE debbono essere pure realizzati dei cancelli in legno e filo spinato c.s., ad ante di larghezza 2÷3 m ed altezza eguale alla recinzione.

### **28.4 RECINZIONE DI DELIMITAZIONE IN RETE E FILO SPINATO**

Va realizzata con paletti di legno duro decorticati con diametro 15÷17 cm ed altezza m 2,55 -di cui almeno m 0,50 infissi nel terreno- posti ad interasse di m 2,50; fra i paletti deve essere tesata una rete di acciaio- come sopra descritta, dell'altezza di m 1,02, sormontata da 2 o 4 ordini di filo di ferro spinato -come sopra descritto- per costituire rispettivamente recinzione di altezza 1,5 o 2 m.

Ove richiesto dalla COMMITTENTE debbono essere pure realizzati dei cancelli in legno, rete e filo spinato c.s., ad ante di larghezza 2÷3 m ed altezza eguale alla recinzione.

### **28.5 CANCELLI METALLICI**

Per l'accesso entro aree delimitate da recinzioni di tipo definitivo devono essere posizionati dei cancelli realizzati in profilati di acciaio -assieme per elettrosaldatura verniciato (come da Ciclo 2 del precedente Articolo TRATTAMENTO PROTETTIVO DEI MANUFATTI IN ACCIAIO) e rete plastificata. Ogni cancello è costituito da due

ante a bandiera di altezza 2 m e di larghezza da 2 a 3 m, completo di paletto di fermo centrale e chiusura a lucchetto.

In alternativa alla tipologia sopra descritta, ove richiesto dalla D.L., i cancelli possono essere realizzati in profilati scatolari di acciaio, assiemati per elettrosaldatura e successivamente zincati a caldo, con tamponamento delle ante in pannelli grigliati elettrofusi di acciaio zincato (a maglia quadrata di 60 x 60 mm ca costituita da piatti verticali di 25 x 3 mm collegati orizzontalmente da tondi del diametro 5 mm) solidarizzati al telaio mediante bulloneria inamovibile.

In ogni caso le cerniere debbono essere in acciaio inox e vanno opportunamente applicate ai pilastri di sostegno (in c.a. o in acciaio).

## **28.6 STACCIONATE IN LEGNO**

Ove indicato in progetto o richiesto dalla D.L. debbono essere realizzate delle staccionate in legno per la delimitazione di piazzole, di strade e di altre aree non segregate e quindi oggetto di fruizione, sia pianeggianti che acclivi, con varie disposizioni planimetriche; tali staccionate debbono quindi assolvere sia alla funzione di protezione per persone ed animali, sia alla funzione di riqualificazione architettonica e paesaggistica dell'area su cui vengono installate, per tali motivi si richiama l'attenzione dell'APPALTATORE sulla cura che è necessario porre nella realizzazione dei manufatti in discorso.

La staccionata deve essere costituita da paletti in legno duro (castagno ad altra essenza adatta allo scopo) decorticati, con diametro 10 cm ca ed altezza fino m 1,50 -di cui almeno m 0,30 infissi nel terreno- posti ad interasse di m 1,50; fra paletti contigui devono essere apposte una traversa orizzontale e due diagonali incrociate, in pali di identico legno e con diametro 7÷8 cm ca, solidarizzate ai montanti verticali mediante tre chiodi in acciaio zincato per ciascuna estremità di ogni elemento suddetto, previ tagli ed intagli atti a rendere stabile il manufatto ed a limitarne la discontinuità.

## 29. PRESCRIZIONI QUANTIFICAZIONI

### 29.1 NORME DI VALUTAZIONE

Ferme restando già previsto nel presente Capitolato Generale di Appalto si precisa che:

- in tutti i casi si intende compreso nei relativi corrispettivi, oltre a ciò che nel seguito è specificato, anche tutto ciò che, direttamente o indirettamente, può desumersi da quanto altrove stabilito in Contratto.
- Per le voci non espressamente indicate nel presente capitolato si faccia riferimento al prezzario regionale di competenza.

Si esemplificano qui di seguito i sistemi di valutazione da adottarsi nella contabilità dei lavori.

#### 29.1.1 Predisposizione aree

L'individuazione delle aree interessate dalle opere, la materializzazione dei picchetti di tracciamento delle opere, l'apertura delle piste di accesso e la predisposizione delle aree alle successive lavorazioni si intendono comprese nel prezzo delle opere cui si riferiscono.

#### 29.1.2 Taglio di bosco - rovi – erbe – piante isolate

Valutazione a metro quadro con misurazione delle superfici (secondo forme geometriche semplici) effettivamente sottoposte al taglio, deducendo ogni e qualsiasi area non interessata dalle lavorazioni. Compresi gli oneri, forniture e prescrizioni di cui all'Articolo delle PRESCRIZIONI TECNICHE "PREDISPOSIZIONE AREE/Taglio di bosco - rovi – erbe – piante isolate". Il corrispettivo per il taglio di erbe viene liquidato solo nelle aree indicate dalla D.L. ed in cui non devono successivamente essere eseguiti lavori di scarifica, scotico o scavo; il riconoscimento di un tipo di taglio esclude automaticamente gli altri.

#### 29.1.3 Taglio di piante isolate

Valutazione a numero per le piante arboree isolate con differenziazione del prezzo secondo il diametro; il riconoscimento del taglio di piante isolate esclude quello per taglio di bosco e rovi; il diametro del fusto viene misurato a cm 100 dal piede della pianta.

Compresi gli oneri, forniture e prescrizioni di cui all'Articolo delle PRESCRIZIONI TECNICHE "PREDISPOSIZIONE AREE/Taglio di bosco - rovi – erbe – piante isolate".

#### 29.1.4 Scavi

La valutazione dei vari tipi di scavo viene effettuata come appresso indicato; si precisa che in nessun caso si tiene conto dell'aumento di volume dei materiali derivante dalle stesse operazioni di scavo.

Salvo diverse disposizioni della D.L., la misura degli scavi viene effettuata senza tener alcun conto dei maggiori volumi oltre i limiti prescritti dalla COMMITTENTE sia che il maggior scavo necessiti per la posa di armatura e sbadacchiature, per l'esecuzione di rampe di accesso, piazzali di scambio, di carico e di manovra, ovvero a causa della natura del terreno o dell'uso improprio delle macchine operatrici.

I prezzi contrattuali degli scavi sono validi qualunque siano le dimensioni e le sagome prescritte, e compensano i seguenti oneri:

- il taglio e l'estirpamento di erbe, rovi, cespugliame, ceppaie, radici, il trasporto a rifiuto o l'accatastamento sui luoghi del cantiere indicati dalla D.L.;
- lo scotico dello strato superficiale di terreno vegetale, il momentaneo accantonamento ed il successivo stendimento nelle aree indicate dalla D.L.;
- le operazioni di scavo con qualsiasi mezzo eseguito;
- l'esecuzione dello scavo - di qualsiasi genere - in più riprese, a gradoni, a campioni, in qualunque forma e dimensione;
- l'esecuzione di scavi con presenza di palificate o pozzi nella sede di scavo;
- il paleggio ed il carico sugli automezzi di trasporto;
- l'aggottamento e l'allontanamento delle acque di qualsiasi origine;
- le puntellature, sbadacchiature ed armature anche a cassa chiusa;
- la rimozione di trovanti di dimensioni fino a mc 0,500 cadauno, loro movimentazione e carico sui mezzi di trasporto;
- la regolarizzazione del fondo scavo e la profilatura delle pareti, delle scarpate e delle banchine secondo progetto;
- il carico, trasporto, scarico e compattazione delle materie di risulta nelle aree di risistemazione morfologica indicate nei disegni di progetto e/o indicate dalla D.L.;
- il rinterro delle parti di scavo eseguito oltre il limite previsto ovvero non occupate da opere o fondazioni, salvo quanto disposto in loco dalla D.L.

Per gli scavi di sbancamento sono previsti prezzi alternativi a seconda se le materie di risulta vengono utilizzate nell'ambito del cantiere (risistemazione morfologica, etc.), oppure debbono essere convogliate alla discarica dell'APPALTATORE, in questo caso con corresponsione dei compensi addizionali cui a seguito descritti. Quando la risulta viene utilizzata per rilevati delle strade o delle piazzole degli aerogeneratori, al prezzo per lo scavo viene aggiunto quello per la correzione, la posa e la compattazione in opera della risulta

E' prevista la corresponsione di eventuali separati compensi addizionali (allorché verificati e/o approvati dalla D.L.) per il trasporto e per la collocazione delle materie di risulta nella discarica; il trasporto viene compensato dal limite dell'area costituente il cantiere del campo eolico.

Sono inoltre compensati separatamente l'eventuale disboscamento dell'area interessata dagli scavi, da valutarsi al mq. di area effettivamente disboscata (per bosco si intende una superficie continua di piante di medio ed alto fusto).

#### **29.1.5 Scotico di materiale vegetale su substrato roccioso superficiale e/o affiorante**

Valutazione a metro quadro di superficie effettivamente scoticata, compreso ogni altro onere e prescrizione cui all'Articolo delle PRESCRIZIONI TECNICHE "SCAVI/Scotico di materiale vegetale su substrato roccioso superficiale e/o affiorante".

#### **29.1.6 Scavi di sbancamento**

Valutazione a metro cubo di volume di scavo con differenziazioni di prezzo previste nell'Elenco dei Prezzi; la misurazione viene effettuata geometricamente adottando il metodo delle sezioni ragguagliate e prendendo a riferimento le sezioni del terreno preesistente rilevate in contraddittorio.

Ove il sistema di misurazione precedente non fosse possibile (modeste quantità, etc) previa autorizzazione della D.L., si procede alla misurazione in contraddittorio del materiale "su camion" predisponendo un circostanziato verbale di misurazione del cassone originario, per ogni tipo di automezzo impiegato; i volumi di riferimento così definiti vanno poi ridotti del 15% per tenere conto dell'aumento di volume delle materie scavate.

Compreso ogni altro onere e prescrizione cui all'Articolo delle PRESCRIZIONI TECNICHE "SCAVI/Scavi di sbancamento e assimilabili".

#### **29.1.7 Scavi a sezione obbligata**

Gli scavi di fondazione eseguiti saranno considerati a pareti verticali e l'APPALTATORE dovrà, all'occorrenza, sostenerli con convenienti sbadacchiature, compensate nel relativo prezzo dello scavo, restando a suo carico ogni danno alle persone, alle cose e all'opera, per smottamenti o franamenti dello scavo.

La Valutazione verrà fatta a metro cubo di volume di scavo, secondo i disegni di progetto delle strutture ed opere per le quali vengono eseguiti, salvo diversa disposizione della D.L.

I prezzi sono differenziati secondo la natura del terreno e/o mezzo di escavazione e la profondità dello scavo e comprendono l'eventuale maggior onere dovuto alle successive modifiche della sezione di scavo.

Compreso ogni altro onere e prescrizione cui all'Articolo delle PRESCRIZIONI TECNICHE "SCAVI/Scavi a sezione obbligata/Scavi per plinti aerogeneratori".

#### **29.1.8 Bonifiche dei piani di posa**

Valutazione a metro cubo di materiale compattato in opera, con differenziazione di prezzo prevista nell'elenco dei Prezzi, comprese le prove di verifica sulla compattazione e tutti gli oneri, forniture e prescrizioni cui all'Articolo delle PRESCRIZIONI TECNICHE "RINTERRI E COLMATE - RILEVATI E SOPRASTRUTTURE - BONIFICHE E SOTTOFONDI/Bonifica di sottofondi".

Sono esclusi lo scavo per la rimozione dei terreni da sostituire, compensato con il corrispondente Articolo "Scavi a sezione obbligata".

#### **29.1.9 Prova di carico su piastra per verifica piano di posa dei plinti**

Valutazione a numero di prove effettivamente eseguite con prezzi differenziati secondo le dimensioni della piastra utilizzata, secondo i cicli di carico indicati dalla D.L., compresa la restituzione della prova su grafico nonché tutti gli oneri, forniture e prescrizioni cui all'Articolo delle PRESCRIZIONI TECNICHE "RINTERRI E COLMATE - RILEVATI E SOPRASTRUTTURE - BONIFICHE E SOTTOFONDI/Bonifica dei piani di posa/Prova di carico su piastra per verifica piano di posa dei plinti".

##### ***29.1.9.1 Scavi per cavidotti***

Valutazione a metro cubo di volume di scavo, con la metodologia approvata dalla D.L., secondo le sezioni teoriche di progetto, salvo diversa disposizione della D.L.

I prezzi sono differenziati secondo la metodologia di escavazione, dipendente dalla natura del terreno; essi sono comunque validi per qualsiasi profondità di scavo.

Compreso ogni altro onere e prescrizione cui all'Articolo delle PRESCRIZIONI TECNICHE "SCAVI/Scavi a sezione obbligata/Scavi per cavidotti".

È previsto un compenso aggiuntivo per il taglio di eventuale manto stradale asfaltato mediante opportuna attrezzatura, con valutazione a metro lineare di manto stradale tagliato con doppia incisione ovvero su entrambi i lati dello scavo.

E' previsto un compenso aggiuntivo per l'esecuzione di attraversamento di cavidotti e/o tubazioni esistenti, con valutazione a numero di attraversamenti realizzati, con differenziazione di prezzo previste nell'Elenco dei Prezzi, comprendente tutte quelle

lavorazioni necessarie (scavo a mano, etc.) per identificare il cavidotto e/o la tubazione esistente, in modo da consentire lo svolgimento di tutte le operazioni in piena sicurezza fino al raggiungimento dei coppi di protezione dei cavi esistenti; è compreso il maggior onere dovuto ad eventuali tempistiche da rispettare per minimizzare il potenziale disservizio dell'impianto esistente ed il ripristino dei conduttori eventualmente danneggiati; i materiali necessari per la realizzazione dei suddetti attraversamenti (tubazioni, calcestruzzo, etc.) vengono compensati con le rispettive voci a misura presenti nell'Elenco dei Prezzi.

#### ***29.1.9.2 Scavi per fondazioni in genere ed altri manufatti interrati***

Valutazione a metro cubo di volume di scavo, con la metodologia approvata dalla D.L., secondo le sezioni teoriche di progetto delle strutture ed opere per le quali vengono eseguiti, salvo diversa disposizione della D.L.

I prezzi sono differenziati secondo la metodologia di escavazione, dipendente dalla natura del terreno e per le dimensioni dello scavo.

Si precisa che: la larghezza degli scavi per la posa di tubazioni in genere, viene stabilita considerando una distanza minima tra tubazione e parete dello scavo di 20 cm, con larghezza minima dello scavo di 50 cm; la larghezza degli scavi per "drenaggi di superficie" è fissata in cm. 80 per tutta l'altezza dello scavo.

Compreso ogni altro onere e prescrizione cui all'Articolo delle PRESCRIZIONI TECNICHE "SCAVI/Scavi a sezione obbligata/Scavi per fondazioni in genere ed altri manufatti interrati".

#### ***29.1.9.3 Scavi per canalizzazioni di corsi d'acqua***

Valutazione a metro cubo di volume di scavo come previsto ai precedenti Artt. "Scavi di sbancamento e assimilabili" e "Scavi a sezione obbligata", compreso ogni altro onere, fornitura, attrezzatura, materiale e prescrizione cui all'Articolo delle PRESCRIZIONI TECNICHE "SCAVI/Scavi per canalizzazioni di corsi d'acqua".

#### ***29.1.9.4 Scavi a mano o con demolitore meccanico***

Valutazione a metro cubo di volume di scavo come previsto ai precedenti Artt. "Scavi di sbancamento e assimilabili" e "Scavi a sezione obbligata", con le differenziazioni previste nell'Elenco dei Prezzi, compreso ogni onere, fornitura, attrezzatura, materiale e prescrizione cui all'Articolo delle PRESCRIZIONI TECNICHE "SCAVI/Scavi a mano o con demolitore meccanico".

### **29.1.9.5 Scarifica di strade esistenti**

Valutazione a metro cubo di volume di scavo come previsto ai precedenti Artt. "Scavi di sbancamento" e "Scavi a sezione obbligata", compreso ogni onere, fornitura, attrezzatura, materiale e prescrizione cui all'Articolo delle PRESCRIZIONI TECNICHE "SCAVI/Scarifica di strade esistenti".

### **29.1.10 Demolizione di trovanti**

La demolizione di trovanti di roccia aventi volume maggiore di 0,5 mc, rinvenuti in qualsiasi scavo, viene valutata a metro cubo di volume di trovante demolito. La misurazione dei trovanti viene effettuata direttamente su ogni singolo elemento (non sono permesse stime percentuali medie) e non viene detratta dal volume di scavo.

### **29.1.11 Palancolate**

Valutazione a metro quadro di superficie di palancole infisse in opera, computando anche gli eventuali tratti di palancole non completamente infisse a causa della presenza di trovanti o per altro motivo non imputabile all'APPALTATORE; il prezzo unitario è comprensivo di:

- impianto e disimpianto di cantiere, con trasporto di tutte le attrezzature e maestranze dalla sede di prelievo delle stesse al cantiere di utilizzazione e viceversa al termine dei lavori, e quant'altro occorra;
- utilizzazione di tutte le attrezzature, macchinari e maestranze, specialistici e di supporto, necessari per l'infissione e la successiva estrazione delle palancole;
- noleggio delle palancole per tre mesi consecutivi dalla data di inizio della loro infissione in opera;
- trasporto delle palancole dalla sede di prelievo al cantiere di utilizzazione e viceversa al termine della loro utilizzazione, compreso carico/scarico e quant'altro occorra.
- Sono inoltre compresi nel prezzo unitario gli oneri per l'esecuzione di angoli, incastri od altro dovuti alla conformazione del bordo scavo, gli oneri per le soste dovute ad ostacoli di qualsiasi genere, gli oneri connessi all'eventuale danneggiamento delle palancole, gli oneri per le definizioni di calcolo statico, quelli per le opere provvisionali ed antinfortunistiche ed ogni altro e qualsiasi onere, attrezzatura, materiale e prescrizione di cui all'Articolo delle PRESCRIZIONI TECNICHE "SCAVI/Palancolate".

## **29.1.12 Rinterri e colmate – Rilevati e soprastrutture**

### ***29.1.12.1 Rinterri e colmate***

La loro valutazione e remunerazione è da ritenersi compresa nei prezzi degli scavi e delle opere cui si riferiscono; le eventuali colmate sono da considerarsi come opera di “riutilizzo delle materie di risulta nell'ambito del cantiere”.

Con il rinterro degli scavi relativi ai cavidotti si considera compresa la fornitura e stesura in opera, longitudinalmente alla fossa, del nastro segnalatore e dell'eventuale cippo di segnalazione superficiale.

### ***29.1.12.2 Rilevati aridi e soprastrutture per piazzole e strade***

Valutazione a metro cubo di materiale compattato in opera, con differenziazione di prezzo prevista nell'Elenco dei Prezzi.

L'area delle sezioni in rilevato o a riempimento verrà computata rispetto al piano di campagna senza tener conto né dello scavo di scoticamento, né dell'occorrente materiale di riempimento; né dei cedimenti subiti dal terreno stesso per effetto del compattamento meccanico o per naturale assestamento; né della riduzione di volume che il materiale riportato subirà, rispetto al volume che occupava nel sito di scavo oppure allo stato sciolto, a seguito del compattamento meccanico.

Il computo delle volumetrie avviene con il metodo delle sezioni ragguagliate; ove risulti praticamente impossibile adottare il metodo suddetto a causa delle modeste quantità di riempimento, si procede alla misurazione in contraddittorio del materiale "su autocarro" predisponendo un circostanziato verbale di misurazione per ogni tipo di automezzo impiegato e compensandolo con la relativa voce prevista in Elenco dei Prezzi.

Sono compresi e compensati nel prezzo tutti i mezzi d'opera, i materiali, le attrezzature e le strumentazioni occorrenti per l'approvvigionamento e trasporto dei materiali, per l'esecuzione dei rilevati e soprastrutture, per la loro compattazione, per le prove sui materiali e per i controlli sulle compattazioni; sono pure compresi materiali ed oneri relativi ai trattamenti di correzione delle caratteristiche geomeccaniche delle terre provenienti dagli scavi, qualora queste siano destinate alla formazione dei rilevati; è compreso ogni altro onere, fornitura e prescrizione cui all'Articolo delle PRESCRIZIONI TECNICHE "RINTERRI E COLMATE - RILEVATI E SOPRASTRUTTURE - Rilevati aridi e soprastrutture per piazzole e strade".

È inoltre presente un prezzo differenziato per la regolarizzazione e rullatura di strade esistenti richiesta dalla D.L. e/o della soprastruttura di piazzole e strade dopo la fase di montaggio ed avviamento degli aerogeneratori, con valutazione a metro quadro di superficie effettivamente regolarizzata e rullata, esclusa la eventuale prova di carico su

piastra richiesta dalla D.L. e remunerata con il corrispondente prezzo previsto nell'Elenco dei Prezzi.

### ***29.1.12.3 Rilevati per argini di briglie, per tombamenti, per schermature etc., in aree non occupate da piazzole e strade.***

Valutazione a metro cubo di volume di materiale compattato in opera, con le differenziazioni di prezzo previste nell'Elenco dei Prezzi, compreso gli oneri, forniture e prescrizioni cui all'Articolo delle PRESCRIZIONI TECNICHE "RINTERRI E COLMATE - RILEVATI E SOPRASTRUTTURE - BONIFICHE E SOTTOFONDI/Rilevati per argini di briglie per tombamenti, per schermature, etc., in aree non occupate da piazzole e strade".

### **29.1.13 Demolizioni - scalpellature - smantellamenti**

I prezzi contrattuali delle demolizioni, delle scalpellature e degli smantellamenti sono validi qualunque siano le dimensioni e le sagome prescritte, e compensano i seguenti oneri:

- le operazioni di demolizione/scalpellatura/smantellamento con qualsiasi mezzo eseguite;
- l'esecuzione in più riprese, a campioni, in qualunque forma e dimensione;
- le puntellature, sbadacchiature ed armature;
- il paleggio, il carico sugli automezzi di trasporto, la movimentazione nell'ambito dell'area di IMPIANTO, lo scarico e la sistemazione definitiva delle materie di risulta.

Nei casi in cui la D.L. dispone il riutilizzo dei materiali di risulta o il loro convogliamento alla discarica dell'APPALTATORE, vengono compensati separatamente gli oneri di trasporto, di collocazione a discarica, la eventuale costipazione aggiuntiva, il tutto come precisato all'Articolo DISCARICHE.

#### ***29.1.13.1 Demolizione andante di strutture in c.a., murature e calcestruzzi***

Valutazione a metro cubo di volume di demolizione eseguita, compreso gli oneri e le prescrizioni cui all'Articolo delle PRESCRIZIONI TECNICHE "DEMOLIZIONI-SCALPELLATURE-SMANTPELLAMENTI/Demolizione andante di strutture in c.a., murature e calcestruzzi", con differenziazione di prezzo secondo le strutture demolite (c.a., murature, calcestruzzi, etc.).

Per le materie di risulta non riutilizzabili in cantiere vengono compensati separatamente il trasporto e la collocazione a discarica secondo quanto definito all'Art. "SCAVI".

### **29.1.13.2 Esecuzione di fori in strutture in c.a. o calcestruzzo**

Valutazione a metro di lunghezza per ogni millimetro di diametro del foro effettivamente eseguito, compreso gli oneri e le prescrizioni cui all'Articolo delle PRESCRIZIONI TECNICHE "DEMOLIZIONI-SCALPELLATURE -SMANTELLAMENTI /Esecuzione di fori in strutture in c.a. o calcestruzzo".

### **29.1.13.3 Scalpellature di superfici in calcestruzzo**

Valutazione a metro quadro di superficie scalpellata; il prezzo è differenziato ed alternativo in funzione dello spessore, compreso gli oneri e le prescrizioni cui all'Articolo delle PRESCRIZIONI TECNICHE "DEMOLIZIONI-SCALPELLATURE-SMANTELLAMENTI/Scalpellatura di superfici in calcestruzzo".

### **29.1.13.4 Smantellamento di recinzione esistente, cancelli, etc.**

Valutazione a metro quadrato di superficie di recinzione smantellata e relativi cancelli, con differenziazione di prezzo secondo il tipo di recinzione, compreso gli oneri e le prescrizioni cui all'Articolo delle PRESCRIZIONI TECNICHE "DEMOLIZIONI-SCALPELLATURE-SMANTELLAMENTI/Smantellamento di recinzione esistente, cancelli, etc."

La misurazione dell'altezza viene effettuata dal piano di campagna fino al filo superiore della rete/filo spinato.

### **29.1.13.5 Fresatura e taglio di pavimentazioni stradali**

Valutazione a metro quadro di superficie di pavimentazione stradale fresata compresi gli oneri e le prescrizioni cui all'Articolo PRESCRIZIONI TECNICHE "DEMOLIZIONI – SCALPELLATURE – SMANTELLAMENTI/Fresatura e taglio di pavimentazioni stradali".

### **29.1.13.6 Calcestruzzi**

I calcestruzzi, semplici ed armati, sono valutati a metro cubo di volume di calcestruzzo gettato in opera unicamente in base ai volumi dedotti dai disegni progettuali, esclusa quindi ogni eccedenza, ancorché inevitabile, dipendente dalla forma degli scavi, dalla consistenza del terreno e dal modo d'esecuzione dei lavori.

Sono previsti prezzi differenziati in funzione della classe di resistenza e della particolare destinazione.

È previsto un prezzo addizionale per calcestruzzi gettati fuori opera.

Nei prezzi sono compresi tutti gli oneri, forniture e prescrizioni di cui all'Articolo delle PRESCRIZIONI TECNICHE "CALCESTRUZZI", nonché quelli afferenti a smussi, modanature, gocciolatoi, gargami, sfondi, predisposizione di fori, tracce e cavità, quelli derivanti dall'esecuzione di manufatti a qualsiasi quota in elevazione dal piano di campagna, e quanto altro necessario con la sola eccezione di ciò che viene esplicitamente compensato a parte con l'Elenco dei Prezzi.

Gli additivi utilizzati dall'APPALTATORE per conseguire le caratteristiche richieste per i calcestruzzi del presente Capitolato Tecnico, sono da ritenersi compresi e compensati nel prezzo del calcestruzzo.

Il trattamento di superfici in calcestruzzo esistenti con aggrappanti chimici per riprese di getto viene valutato a metro quadro di superficie effettivamente trattata e compensata a parte.

#### ***29.1.13.7 Additivi***

Gli additivi sono valutati a chilogrammo per i materiali secchi (in polvere) ed a litro di per i materiali forniti in soluzione (liquidi), comprendendo tutti gli oneri, forniture e prescrizioni di cui all'Articolo delle PRESCRIZIONI TECNICHE "ADDITIVI PER CALCESTRUZZI". Come precisato al precedente Articolo "CALCESTRUZZI", si ricorda che gli additivi usati per il conseguimento delle caratteristiche richieste per il calcestruzzo nel presente Capitolato Tecnico, si ritengono compresi e compensati nelle varie voci di prezzo relative ai calcestruzzi medesimi.

Vengono pertanto compensati separatamente solo gli additivi espressamente richiesti dalla D.L. per particolari condizioni di lavoro ed a suo insindacabile giudizio.

È presente un prezzo differenziato per i coloranti per calcestruzzo, valutati a chilogrammo di massa di prodotto utilizzato.

### **29.1.14 Ancoraggi, ammarri e inghisaggi**

#### ***29.1.14.1 Predisposizione impiantistica dell'aerogeneratore***

Valutazione a corpo, per ciascun aerogeneratore, complessiva della posa in opera delle strutture metalliche di interfaccia torre/fondazione, della fornitura e posa all'interno del plinto di fondazione di tubazioni passacavi, e di bandella in acciaio zincato da collegare all'impianto di terra così come descritto all'articolo: delle PRESCRIZIONI TECNICHE "ANCORAGGI, AMMARRI E INGHISAGGI".

#### ***29.1.14.2 Posa in opera di manufatti metallici in genere, di fornitura dell'APPALTATORE***

Valutazione a chilogrammo di massa di manufatti metallici consegnati dall'APPALTATORE per la posa in opera di manufatti per ancoraggi ed ammarri di componenti vari.

Il peso di ciascun manufatto viene calcolato mediante sviluppo geometrico teorico da effettuarsi in base alle dimensioni riportate sui disegni di progetto (non computando i volumi delle saldature), ovvero viene assunto il peso già predeterminato in progetto e definito sui medesimi disegni.

Qualora sia accertata dalla D.L. l'attendibilità del risultato, il peso dei manufatti in discorso può essere determinato mediante pesatura; di tale operazione viene redatto apposito verbale sottoscritto dalle parti.

Sono compresi nel prezzo unitario tutti gli oneri, prescrizioni e forniture cui agli Articoli delle PRESCRIZIONI TECNICHE " ANCORAGGI, AMMARRI E INGHISAGGI" tra i quali si rammentano quelli connessi con la movimentazione in cantiere dei manufatti, con gli artifici per il sostenimento dei medesimi nelle posizioni di progetto e per il rispetto delle tolleranze prescritte (eventuali sistemi di regolazione con dadi e bulloni).

#### ***29.1.14.3 Ancoraggi ed ammarri di componenti vari***

Se i manufatti metallici sono forniti dall'APPALTATORE, ogni onere relativo alla installazione di tirafondi, piastre ed altri manufatti vari in acciaio (di qualunque genere, dimensione e peso), si intende valutato e compensato con il prezzo della fornitura in opera dei manufatti metallici stessi, cui ai seguenti Artt. "MANUFATTI IN ACCIAIO INOX" e "MANUFATTI VARI IN ACCIAIO".

#### ***29.1.14.4 Cassette per installazione tirafondi***

Valutazione a metro quadro della superficie interna ricavata nel manufatto cementizio; è compresa la fornitura degli inserti o tubi metallici da inserire nei getti ed ogni altro onere previsto agli Articoli delle PRESCRIZIONI TECNICHE "ANCORAGGI ED AMMARRI, INGHISAGGI" e "ANCORAGGI ED AMMARRI, INGHISAGGI/Cassette per tirafondi".

#### ***29.1.14.5 Malte e betoncini espansivi***

Valutazione a metro cubo di volume di conglomerato posto in opera, con le differenziazioni di prezzo previste nell'Elenco dei Prezzi, compreso l'onere per la salvaguardia del posizionamento dei tirafondi, oltre quelli di cui agli Articoli delle

PRESCRIZIONI TECNICHE "ANCORAGGI ED AMMARRI, INGHISAGGI" e "ANCORAGGI ED AMMARRI, INGHISAGGI/Malte e betoncini espansivi".

#### **29.1.14.6 Ancoraggio di barre o tirafondi a strutture esistenti**

Per gli ancoraggi chimici: valutazione a metro di lunghezza di barra posta in opera per ogni millimetro di lunghezza del diametro della stessa, secondo le richieste della D.L. Sono compresi nei prezzi unitari tutti gli oneri, prescrizioni e forniture cui agli Articoli delle PRESCRIZIONI TECNICHE "ANCORAGGI ED AMMARRI, INGHISAGGI" e "ANCORAGGI ED AMMARRI, INGHISAGGI /Ancoraggio di barre o tirafondi a strutture esistenti/Ancoraggi chimici", necessari per rendere operativo l'ancoraggio.

Per gli ancoraggi con malte espansive: le barre o tirafondi vengono valutate come previsto al successivo Art. "MANUFATTI VARI IN ACCIAIO/Tirafondi.....", le malte espansive vengono valutate come previsto al precedente punto "Malte e betoncini espansivi", i fori vengono valutati come previsto al precedente Art. "DEMOLIZIONI-SCALPELLATURE-SMANTELLAMENTI/Esecuzione di fori in strutture in c.a. o calcestruzzo".

#### **29.1.15 Casseforme per opere in calcestruzzo**

Valutazione a metro quadro delle superfici effettivamente casserate.

La misura viene presa sull'effettiva superficie di contatto tra cassaforma e calcestruzzo.

Sono previsti prezzi differenziati in funzione della quota di elevazione rispetto alla quota della piazzola per opere minori particolarmente elaborate e per casseri a perdere.

Il prezzo comprende tutte le opere provvisoriale (ponteggi, armature in ferro o legno, puntelli etc.) occorrenti per la costruzione, la posa ed il recupero dei casseri, oltre a tutti gli oneri, forniture e prescrizioni di cui all'Articolo delle PRESCRIZIONI TECNICHE "CASSEFORME PER OPERE IN CALCESTRUZZO".

È previsto un compenso addizionale per quelle superfici destinate a rimanere in vista e per le quali è richiesto esplicitamente dalla D.L. l'uso di tavolame in legno abete ed una particolare cura nella costruzione di casseri, con valutazione a metro quadrato c.s.

#### **29.1.16 Giunti strutturali**

Le separazioni strutturali di tipo a) e b) di cui all'Articolo delle PRESCRIZIONI TECNICHE "GIUNTI STRUTTURALI/Separazione strutturale" si intendono compensate tra gli oneri relativi alle strutture separate. Le separazioni strutturali di tipo c) cui all'Articolo delle PRESCRIZIONI TECNICHE "GIUNTI STRUTTURALI/Separazione strutturale" ed i giunti di tenuta idraulica di cui agli Articoli

delle PRESCRIZIONI TECNICHE "GIUNTI STRUTTURALI/Giunto di tenuta idraulica/Giunto water-stop" vengono compensati al metro di lunghezza di giunto posto in opera.

In tutti i casi sono compresi gli oneri, forniture e prescrizioni cui all'Articolo delle PRESCRIZIONI TECNICHE "GIUNTI STRUTTURALI".

#### **29.1.17 Impermeabilizzazioni e geocompositi**

Per le impermeabilizzazioni: valutazione a metro quadro di sviluppo di superficie impermeabilizzata con le differenziazioni di prezzo previste nell'Elenco dei Prezzi, comprendendo oneri, forniture e prescrizioni di cui all'Articolo delle PRESCRIZIONI TECNICHE "IMPERMEABILIZZAZIONI E GEOCOMPOSITI". Nel caso di rivestimento bituminoso è previsto un sovrapprezzo per armatura richiesta dalla D.L., con valutazione a metro quadro di superficie armata.

Per i geocompositi: valutazione al metro quadro di superficie di geocomposito fornito e posto in opera, comprendendo oneri, forniture e prescrizioni di cui all'Articolo delle PRESCRIZIONI TECNICHE "IMPERMEABILIZZAZIONI E GEOCOMPOSITI/Geocompositi".

#### **29.1.18 Acciaio per cemento armato**

Valutazione a chilogrammo di massa di acciaio in opera (con le differenziazioni previste nell'Elenco dei Prezzi), compresa lavorazione, sfridi, legature e saldature, imbracature e movimentazioni, posa in opera ed ogni altro onere, fornitura e prescrizioni cui all'Articolo delle PRESCRIZIONI TECNICHE "ACCIAIO PER CEMENTO ARMATO".

La quantità da contabilizzare si ottiene moltiplicando il peso teorico dell'Acciaio per lo sviluppo di ciascun ferro secondo le dimensioni di progetto, ulteriore verifica verrà effettuata utilizzando la distinta ferri.

I prezzi compensano anche la lavorazione delle barre in officina, il loro premontaggio su strutture metalliche di sostegno, il carico/scarico e trasporto, la movimentazione in cantiere dei moduli preassemblati, la posa in opera ed il collegamento dei moduli, quant'altro occorrente, solo esclusa la eventuale carpenteria metallica costituente le strutture di sostegno delle barre di armatura, che viene compensata a parte con l'Art. "MANUFATTI VARI IN ACCIAIO", semprechè ne sia stato esplicitamente approvato l'utilizzo dalla D.L.

### 29.1.19 Manufatti vari in acciaio

Valutazione a chilogrammo di massa di manufatti forniti e posti in opera dall'APPALTATORE con la determinazione del peso dei manufatti eseguita come a seguito:

- viene calcolato mediante sviluppo geometrico teorico in base alle dimensioni riportate sui disegni di progetto dell'APPALTATORE (non computando ne i volumi di saldatura ne rivestimenti bituminosi) con peso di volume pari a 7850 kg/mc;
- viene assunto il peso già predeterminato in progetto e definito sui disegni esecutivi dell'APPALTATORE;
- in via subordinata e previa accertata attendibilità dei risultati da parte della D.L., mediante pesatura presso una stazione da concordare, con redazione di apposito verbale di pesatura sottoscritto dalle parti.

I prezzi unitari compensano ogni e qualsiasi onere connesso con la fornitura e la costruzione dei manufatti, i trasporti, il carico/scarico dagli automezzi, la movimentazione in cantiere (anche con autogru), la posa in opera con le tolleranze richieste dalla COMMITTENTE e quant'altro occorrente, anche se qui non specificato.

Tirafondi, dime di posizionamento, piastre di inghisaggio, etc. (ad esclusione di quelli relativi al sistema di interfaccia per i fusti degli aereogeneratori)

Valutazione a chilogrammo di massa delle quantità poste in opera, compreso ogni onere, fornitura e prescrizione di cui agli Articoli delle PRESCRIZIONI TECNICHE "MANUFATTI VARI IN ACCIAIO" e "MANUFATTI VARI IN ACCIAIO/Tirafondi, dime, piastre, etc.", nonché quelli di cui all'Articolo "ANCORAGGI ED AMMARRI - INGHSAGGI" e quelli dell'Articolo "TRATTAMENTO PROTETTIVO DEI MANUFATTI IN ACCIAIO" quando richiesta la verniciatura.

Carpenteria per strutture portanti, passerelle, tettoie, scale, parapetti, telai e controtelai, paraspigoli, guide di scorrimento, mensole e sostegni vari (ad esclusione di quelli relativi al sistema di interfaccia per i fusti degli aereogeneratori).

Valutazione a chilogrammo di massa degli elementi posti in opera, compreso ogni altro onere, fornitura e prescrizione di cui agli Articoli delle PRESCRIZIONI TECNICHE "MANUFATTI VARI IN ACCIAIO" e "MANUFATTI VARI IN ACCIAIO/Carpenteria per strutture portanti, passerelle, tettoie, scale, etc.", nonché quelli di cui all'Articolo "TRATTAMENTI PROTETTIVI DEI MANUFATTI IN ACCIAIO" quando richiesta la verniciatura.

**29.1.19.1 Lastre di copertura di cunicoli e di pozzetti**

Valutazione a chilogrammo di massa delle lastre poste in opera, compresi gli oneri cui agli Articoli delle PRESCRIZIONI TECNICHE "MANUFATTI VARI IN ACCIAIO" e "MANUFATTI VARI IN ACCIAIO/Lastre di copertura cunicoli e pozzetti" nonché quelli di cui all'Articolo "TRATTAMENTI PROTETTIVI DEI MANUFATTI IN ACCIAIO" quando prevista la verniciatura.

**29.1.19.2 Involucri a perdere**

Valutazione a chilogrammo di massa degli involucri posti in opera, con gli oneri di cui agli Articoli delle PRESCRIZIONI TECNICHE "MANUFATTI VARI IN ACCIAIO" e "MANUFATTI VARI IN ACCIAIO/Involucri a perdere".

**29.1.19.3 Grigliati stradali in acciaio verniciato**

Valutazione a chilogrammo dei grigliati posti in opera, compreso gli oneri, forniture e prescrizione di cui agli Articoli delle PRESCRIZIONI TECNICHE "MANUFATTI VARI IN ACCIAIO" e "MANUFATTI VARI IN ACCIAIO/Grigliati stradali in acciaio verniciato", nonché all'Articolo "TRATTAMENTI PROTETTIVI DEI MANUFATTI IN ACCIAIO" per la verniciatura.

**29.1.19.4 Grigliati elettrofusi in acciaio zincato**

Valutazione a chilogrammo delle quantità poste in opera, compreso gli oneri, forniture e prescrizioni di cui agli Articoli delle PRESCRIZIONI TECNICHE "MANUFATTI VARI IN ACCIAIO" e "MANUFATTI VARI IN ACCIAIO/Grigliati elettrofusi in acciaio zincato".

**29.1.19.5 Travature in acciaio zincato a caldo (ad esclusione di quelli relativi al sistema di interfaccia)**

Valutazione a chilogrammo delle travature poste in opera, compreso gli oneri, forniture e prescrizioni di cui agli Articoli delle PRESCRIZIONI TECNICHE "MANUFATTI VARI IN ACCIAIO" e "MANUFATTI VARI IN ACCIAIO/Travature in acciaio zincato a caldo" nonché all'Articolo "TRATTAMENTI PROTETTIVI DEI MANUFATTI IN ACCIAIO" per la verniciatura.

**29.1.19.6 Telai per cavedi verticali**

Valutazione a chilogrammo di massa delle quantità poste in opera, compreso gli oneri, forniture e prescrizioni di cui agli Articoli delle PRESCRIZIONI TECNICHE

"MANUFATTI VARI IN ACCIAIO" e "MANUFATTI VARI IN ACCIAIO/Telai per cavedi verticali" nonché all'Articolo "TRATTAMENTI PROTETTIVI DEI MANUFATTI IN ACCIAIO" per la verniciatura.

#### ***29.1.19.7 Sostegno di posizionamento struttura di interfaccia***

Valutazione a chilogrammo di massa delle quantità poste in opera, compreso gli oneri, forniture e prescrizioni di cui agli Articoli delle PRESCRIZIONI TECNICHE "MANUFATTI VARI IN ACCIAIO" e "MANUFATTI VARI IN ACCIAIO/Telai per cavedi verticali" nonché all'Articolo "TRATTAMENTI PROTETTIVI DEI MANUFATTI IN ACCIAIO" per la verniciatura.

#### ***29.1.19.8 Trattamento protettivo dei manufatti in acciaio***

Il trattamento protettivo delle strutture e dei manufatti in acciaio è compreso e compensato nel prezzo delle strutture e dei manufatti stessi.

### **29.1.20 Manufatti in lamiera zincata**

#### ***29.1.20.1 Elementi tubolari***

Valutazione a chilogrammo di massa di manufatto metallico in opera, con differenziazione di prezzo secondo la tipologia di manufatto (condotte portanti o drenanti, canalizzazioni aperte, guard-rail), compreso la movimentazione in cantiere ed ogni onere, fornitura e prescrizione cui all'Articolo delle PRESCRIZIONI TECNICHE "MANUFATTI IN LAMIERA ZINCATA/Elementi tubolari", e compresi altresì gli oneri, forniture e prescrizioni di cui all'Art. "DRENAGGI DI SUPERFICIE".

#### ***29.1.20.2 Elementi per canalizzazioni aperte***

Valutazione a chilogrammo di massa di manufatto metallico in opera, compreso la movimentazione in cantiere ed ogni onere, fornitura e prescrizione cui all'Articolo delle PRESCRIZIONI TECNICHE "MANUFATTI IN LAMIERA ZINCATA/Elementi per canalizzazioni aperte".

### **29.1.21 Manufatti in acciaio INOX**

Valutazione a chilogrammo dei manufatti forniti e posti in opera, con differenziazione del tipo di acciaio e di lavorazione (si precisa che per "pezzi lavorati con macchina utensile" si intendono componenti con prevalente lavorazione meccanica di fresatura-tornitura-foratura o non quindi componenti di carpenteria da completare con forature, molature,

etc pur se effettuate con macchine utensili); il peso dei manufatti viene determinato come previsto al precedente Articolo "MANUFATTI VARI IN ACCIAIO".

Sono compresi nei prezzi tutti gli oneri, prescrizioni e forniture di cui all'Articolo delle PRESCRIZIONI TECNICHE "MANUFATTI IN ACCIAIO INOX".

## **29.1.22 Conglomerati bituminosi**

### **29.1.22.1 Bitumi**

Valutazione a metro quadro delle superfici effettivamente trattate, senza detrazione di eventuali chiusuni e/o griglie, suddivise per tipo (binder e tappeto d'usura o trattamento di semipenetrazione) comprendendo nei prezzi tutti gli oneri, forniture e prescrizioni di cui agli Articoli delle PRESCRIZIONI TECNICHE "FINITURA SUPERFICIALE DELLE STRADE/Pavimentazioni bituminose".

Per i trattamenti cui agli Articoli TRATTAMENTI SUPERFICIALI PER PIAZZALI E STRADE/Conglomerato bituminoso (binder)/Conglomerato bituminoso (tappeto di usura)" l'eventuale rifioritura dei piani di posa viene valutata separatamente.

Gli oneri per lo stendimento e compattazione effettuate a mano per inagibilità di mezzi meccanici di alcune zone vengono compensati con apposita voce di prezzo.

### **29.1.22.2 Pali trivellati di medio e grande diametro**

Valutazione a metro di lunghezza di palo finito gettato in opera per centimetro di lunghezza del diametro nominale (da 40 cm a 100 cm)

Sono compresi e compensati nel prezzo:

- la preparazione del piano di lavoro ed il tracciamento;
- la trivellazione, in verticale con circolazione di acqua e/o fango bentonitico e/o a secco, in terreno di qualsiasi natura e consistenza, compreso roccia dura ed attraversamento di trovanti;
- l'eventuale impiego di tubazione di rivestimento provvisoria;
- la eventuale riperforazione di tratti di terreno instabile;
- la fornitura ed il getto del calcestruzzo senza limiti di quantità, compresi gli additivi occorrenti;
- la scapitozzatura della testa dei pali;
- le prove per il controllo e per l'accettazione dei materiali e dei sistemi esecutivi;
- gli oneri per l'impianto di cantiere e per la sua agibilità e viabilità;
- l'approvvigionamento ed uso di tutti i materiali e dispositivi per la trivellazione, per l'iniezione, per le prove di accettazione e collaudo;
- il carico, trasporto e collocazione delle materie di risulta a discarica;

- i controlli del palo mediante carotaggio continuo e/o scavi attorno al fusto del palo quando ordinato dalla D.L., rispettivamente ogni qualvolta si nutrano dubbi sulla verticalità e regolarità della sezione nell'ambito dei primi  $4,0 \div 5,0$  m di palo o in corrispondenza di quei pali ove vi siano manifestate inosservanze rispetto alle relative Prescrizioni Tecniche e alle disposizioni delle medesime;
- l'esecuzione delle prove di accettazione e collaudo è compresa e compensata nel numero minimo stabilito dalla normativa vigente e come indicato all'Articolo delle PRESCRIZIONI TECNICHE "PALI TRIVELLATI DI MEDIO E GRANDE DIAMETRO"; a carico dell'Appaltatore sono inoltre i controlli in soprannumero che si rendessero necessari a seguito dell'esito sfavorevole di una o più verifiche;
- le prove di carico verticale "a rottura" sui pali pilota per la qualificazione del procedimento esecutivo, nel numero minimo di due pali, comprendendo nel prezzo, oltre a tutto quanto indicato per le prove di carico cui al punto precedente, anche i pali da assoggettare alla prova ed il sistema di contrasto del carico, sia esso realizzato con altri pali posti in trazione, sia realizzato con carico di zavorra od altro artificio;
- ogni altro onere derivante dall'esecuzione del lavoro a regola d'arte e dall'osservanza scrupolosa delle prescrizioni cui all'Articolo delle PRESCRIZIONI TECNICHE "PALI TRIVELLATI DI MEDIO E GRANDE DIAMETRO".
- Vengono valutati e compensati a parte:
  - l'eventuale perforazione a vuoto del terreno laddove questo non deve essere interessato dal palo, con valutazione a metro di lunghezza di perforazione;
  - il ferro d'armatura con l'Articolo "ACCIAIO PER CEMENTO ARMATO"
  - le prove di carico verticale in numero eccedente il minimo stabilito dalla normativa vigente e/o all'Articolo delle PRESCRIZIONI TECNICHE "PALI TRIVELLATI DI MEDIO E GRANDE DIAMETRO", con valutazione a numero di prove eseguite, con differenziazione di prezzo secondo classi nominali dei pali, comprendendo nel prezzo ogni fornitura, prestazione ed onere per la predisposizione delle strutture di sostegno, di contrasto e delle eventuali zavorre, per la fornitura ed uso delle apparecchiature atte all'applicazione dei carichi ed alla lettura/registrazione dei valori della prova, per le strumentazioni, per le elaborazioni e le certificazioni dei risultati, per quant'altro occorrente e/o previsto all'Articolo delle PRESCRIZIONI TECNICHE "PALI TRIVELLATI DI MEDIO E GRANDE DIAMETRO";
  - gli eventuali controlli ad opera finita, con valutazione a metro di lunghezza di carotaggio continuo meccanico eseguito, comprendendo nel prezzo la Relazione sulle attività svolte.

- i controlli del palo mediante prospezione sismica in foro con il metodo cross-hole, con valutazione a numero di prove eseguite. La fornitura e posa delle tubazioni in acciaio poste in opera prima del getto del palo, all'interno delle quali sono eseguite le prove, sono computate a parte e valutate a metro di lunghezza.

### **29.1.23 Gabbionate e mantellate**

#### ***29.1.23.1 Gabbionate***

Valutazione a metro cubo di volume di gabbioni in opera, compreso ogni onere, fornitura e prescrizione cui all'Articolo delle PRESCRIZIONI TECNICHE "GABBIONATE E MANTELLATE/Gabbionate", con le differenziazioni di prezzo previste nell'elenco dei Prezzi, solo escluso lo scavo che viene compensato a parte come da Art. "SCAVI".

#### ***29.1.23.2 Mantellate***

Valutazione a metro quadro di superficie di materasso in opera, dello spessore finito di 25 cm., computato sulla superficie in vista, compreso ogni onere, fornitura e prescrizione cui all'Articolo delle PRESCRIZIONI TECNICHE "GABBIONATE E MANTELLATE/Mantellate", solo escluso lo scavo che viene compensato a parte come da Art. "SCAVI/Scavi per canalizzazione di corsi d'acqua".

#### ***29.1.23.3 Terre rinforzate***

Valutazione a metro cubo di rilevato finito messo in opera.

Sono compresi e compensati ogni onere, fornitura e prescrizione cui all'Articolo delle PRESCRIZIONI TECNICHE "TERRE RINFORZATE", nonché tutti gli oneri conseguenti alla effettuazione e certificazione delle prove di cui all'Articolo delle PRESCRIZIONI TECNICHE "TERRE RINFORZATE/Prove di controllo".

### **29.1.24 Consolidamento aree in pendio**

#### ***29.1.24.1 Georeti***

Valutazione a metro quadro di georete realizzata in opera, compresi ogni onere, prescrizione e fornitura di cui all'Articolo delle PRESCRIZIONI TECNICHE "CONSOLIDAMENTO AREE IN PENDIO/Geostuoie-Georeti" solo escluso il successivo inerbimento.

### **29.1.25 Vimate-Fascinate**

Valutazione a metro di lunghezza di fascinata-viminata realizzata in opera, compresi ogni onere, prescrizione e fornitura di cui all'Articolo delle PRESCRIZIONI TECNICHE "CONSOLIDAMENTO AREE IN PENDIO/Vimate-Fascinate" solo esclusa la successiva piantumazione delle essenze arboree. La misurazione viene effettuata lungo lo sviluppo d'asse della fascinata/viminata, tra i due picchetti d'estremità.

#### ***29.1.25.1 Briglie in pali di castagno***

Valutazione a metro di lunghezza di briglia realizzata in opera, con prezzi differenziati secondo il diametro dei pali, compresi ogni onere, prescrizione e fornitura di cui all'Articolo delle PRESCRIZIONI TECNICHE "CONSOLIDAMENTO AREE IN PENDIO/Briglie in pali di castagno". La misurazione viene effettuata lungo lo sviluppo d'asse della briglia tra i due pali d'estremità (primo rispettivo palo relativamente ad ognuna delle due sponde).

#### ***29.1.25.2 Sponde di fossi in pali di castagno***

Valutazione a metro di lunghezza di sponda realizzata in opera, con prezzi differenziati secondo il diametro dei pali, compresi ogni onere, prescrizione e fornitura di cui all'Articolo delle PRESCRIZIONI TECNICHE "CONSOLIDAMENTO AREE IN PENDIO/Sponde di fossi in pali di castagno". La misurazione viene effettuata lungo lo sviluppo d'asse della sponda ingraticciata, tra i due pali verticali d'estremità.

#### ***29.1.25.3 Protezioni spondali in legno e talee***

Valutazione a metro quadro di protezione spondale realizzata in opera, compresi ogni onere, prescrizione e fornitura di cui all'Articolo delle PRESCRIZIONI TECNICHE "CONSOLIDAMENTO AREE IN PENDIO/Protezioni spondali in legno e talee.

#### ***29.1.25.4 Protezioni di pendio in legno e talee***

Valutazione a metro di lunghezza di protezione in legno e talee realizzata in opera, compresi ogni onere, prescrizione e fornitura di cui all'Articolo delle PRESCRIZIONI TECNICHE "CONSOLIDAMENTO AREE IN PENDIO/Protezioni di pendio in legno e talee". La misurazione viene effettuata lungo lo sviluppo d'asse della protezione, tra i due pali verticali d'estremità".

**29.1.25.5 Palizzate di contenimento terre**

Valutazione a metro quadro di palizzata realizzata in opera, compresi ogni onere, prescrizione e fornitura di cui all'Articolo delle PRESCRIZIONI TECNICHE "CONSOLIDAMENTO AREE IN PENDIO/Palizzate di contenimento terre".

**29.1.25.6 Bordature di contenimento**

Valutazione a metro di lunghezza di bordatura di contenimento realizzata in opera, compresi ogni onere, prescrizione e fornitura di cui all'Articolo delle PRESCRIZIONI TECNICHE "CONSOLIDAMENTO AREE IN PENDIO/Bordature di contenimento".

**29.1.25.7 Muri a secco di delimitazione**

Valutazione a metro quadro della superficie di muro effettivamente realizzata computata in base alle misure prese sul vivo dei muri; sono detratti tutti i vuoti la cui superficie sul paramento della muratura supera il metro quadro e le strutture diversamente compensate; sono compresi eventuali ponteggi, la fornitura del pietrame e tutti gli oneri, forniture e prescrizioni di cui all'Articolo delle PRESCRIZIONI TECNICHE "MANUFATTI IN PIETRAMA A SECCO/Muri a secco di delimitazione".

**29.1.25.8 Muri a secco di contenimento**

Valutazione a metro quadro della superficie di muro effettivamente realizzata computata in base alle misure prese sul vivo dei muri; sono detratti tutti i vuoti la cui superficie sul paramento della muratura supera il metro quadro e le strutture diversamente compensate; sono compresi eventuali ponteggi, la fornitura del pietrame e tutti gli oneri, forniture e prescrizioni di cui all'Articolo delle PRESCRIZIONI TECNICHE "MANUFATTI IN PIETRAMA A SECCO/Muri a secco di contenimento".

**29.1.25.9 Muri a secco di rivestimento**

Per i muri a secco di rivestimento con paramento in vista planare e verticale: valutazione a metro quadro della superficie di muro effettivamente realizzata, computata in base alle misure prese sul vivo dei muri.

Per i muri a secco di rivestimento con paramento in vista fortemente irregolare: valutazione a metro cubo di volume di muro realizzato, computato mediante la somma di volumi di forme geometriche regolari che più approssimano la forma reale del muro.

Sono compresi eventuali ponteggi, la fornitura del pietrame e tutti gli oneri, forniture e prescrizioni di cui all'Articolo delle PRESCRIZIONI TECNICHE "MANUFATTI IN PIETRAMA A SECCO/Muri a secco di rivestimento".

#### **29.1.25.10 Manufatti vari a secco**

Valutazione a metro cubo di volume di manufatto realizzato, computato mediante la somma di volumi di forme geometriche regolari che più approssimano la forma reale del manufatto, compresi eventuali ponteggi, la fornitura del pietrame e tutti gli oneri, forniture e prescrizioni di cui all'Articolo delle PRESCRIZIONI TECNICHE "MANUFATTI IN PIETRAMA A SECCO/Manufatti vari a secco".

#### **29.1.25.11 Macie**

Valutazione a metro cubo di volume di macia realizzata, computato mediante la somma di volumi di forme geometriche regolari che più approssimano la forma reale della macia, compresi eventuali ponteggi, la fornitura del pietrame e tutti gli oneri, forniture e prescrizioni di cui all'Articolo delle PRESCRIZIONI TECNICHE "MANUFATTI IN PIETRAMA A SECCO/Macie".

#### **29.1.25.12 Cordolature**

Valutazione a metro di lunghezza di cordolatura realizzata in opera, compresi ogni onere, prescrizione e fornitura di cui all'Articolo delle PRESCRIZIONI TECNICHE "MANUFATTI IN PIETRAMA A SECCO/Cordolature".

#### **29.1.25.13 Scogliere in pietrame**

La valutazione delle varie opere occorrenti per la realizzazione delle scogliere viene effettuata come a seguito definito; i prezzi delle suddette opere si intendono comprensivi e remunerativi degli oneri, forniture e prescrizioni tutte di cui all'Articolo delle PRESCRIZIONI TECNICHE "SCOGLIERE IN PIETRAMA".

- L'escavazione della sede della scogliera viene valutata come scavo di sbancamento, secondo quanto previsto all'Art. "SCAVI";
- il massetto di appoggio viene valutato come calcestruzzo magro secondo quanto definito all'Art. "CALCESTRUZZI";
- il geotessile viene valutato secondo quanto previsto all'Art. "GEOTESSILE/Geotessile per scogliere";
- la tubazione di scolo viene valutata secondo quanto previsto all'Art. "MANUFATTI IN LAMIERA ZINCATA/Elementi tubolari (condotte drenanti)".

- il corpo drenante viene valutato a metro cubo di volume di materiale arido selezionato posto in opera secondo le sezioni teoriche di progetto;
- lo strato di transizione viene valutato a metro cubo di volume di materiale arido di cava posto in opera, secondo le sezioni teoriche di progetto;

la coltre di terreno vegetale viene valutata secondo quanto previsto all'Art. "SISTEMAZIONI A VERDE/Terreno vegetale"

#### ***29.1.25.14 Drenaggi e trincee drenanti***

Valutazione come scavo a sezione obbligata, secondo quanto definito al successivo Art. "SCAVI".

#### ***29.1.25.15 Massetto di fondo***

Valutazione come calcestruzzo magro, secondo quanto definito al successivo Art. "CALCESTRUZZI".

#### ***29.1.25.16 Geotessile***

Valutazione secondo quanto previsto al successivo Art. "GEOTESSILE".

#### ***29.1.25.17 Tubazione di scolo***

Valutazione secondo quanto previsto al successivo Art. "MANUFATTI IN LAMIERA ZINCATA/Elementi tubolari (condotte drenanti)" oppure al successivo Art. "TUBI P.V.C. O PEAD PREFORATI"

#### ***29.1.25.18 Corpo drenante***

Valutazione a metro cubo del volume di materiale arido selezionato posto in opera, computato in base alla sezione teorica di scavo, compreso quindi l'eventuale maggior volume occorrente al riempimento della fossa ed ogni altro onere, fornitura e prescrizioni cui all'Articolo delle PRESCRIZIONI TECNICHE "DRENAGGI DI SUPERFICIE / Corpo drenante". Il prezzo è differenziato in funzione dei gruppi granulometrici.

#### **29.1.26 Geotessile e geocompositi**

Valutazione a metro quadro di superficie di telo in opera secondo le grammature previste, comprese le sovrapposizioni, gli sfridi, le altre prescrizioni ed ogni altro onere cui all'Articolo delle PRESCRIZIONI TECNICHE "GEOTESSILE".

Per i drenaggi e le scogliere viene computato lo sviluppo perimetrale del corpo drenante per la lunghezza effettiva dello stesso; per il geotessile per piazzole e di separazione viene computata la sola superficie totale di terreno su cui è posto il telo.

### **29.1.27 Regimazione delle acque di superficie**

#### **29.1.27.1 Cunette**

Valutazione a metro di effettiva lunghezza, con la differenziazione di prezzo prevista nell'Elenco dei Prezzi, compresi oneri, forniture e prescrizioni cui all'Articolo delle PRESCRIZIONI TECNICHE "REGIMAZIONE DELLE ACQUE DI SUPERFICIE/Cunette".

#### **29.1.27.2 Canalette**

Valutazione al metro di lunghezza di canalizzazione finita, con prezzi differenziati per la forma trapezoidale nelle due diverse esecuzioni di posa, per la forma semicircolare e per la realizzazione in scapoli di pietra, (per quest'ultima compresi la solcatura, il calcestruzzo magro e la fornitura degli scapoli di pietra) compresi oneri, forniture e prescrizioni cui all'Articolo delle PRESCRIZIONI TECNICHE "REGIMAZIONE DELLE ACQUE DI SUPERFICIE/Canalette".

#### **29.1.27.3 Canali semicircolari**

Valutazione al metro di lunghezza di canale finita, compreso oneri, forniture e prescrizioni cui all'Articolo delle PRESCRIZIONI TECNICHE "REGIMAZIONE DELLE ACQUE DI SUPERFICIE/Canali semicircolari".

#### **29.1.27.4 Canali trapezi**

Valutazione al metro di lunghezza di canalizzazione finita, compresi oneri, forniture e prescrizioni cui all'Articolo delle PRESCRIZIONI TECNICHE "REGIMAZIONE DELLE ACQUE DI SUPERFICIE/Canali trapezi".

#### **29.1.27.5 Attraversamenti stradali**

Vengono valutati mediante le singole categorie di lavoro occorrenti di cui agli Articoli precedenti, compresi tutti gli oneri, forniture e prescrizioni in essi menzionati, nonché quelli di cui all'Articolo delle PRESCRIZIONI TECNICHE "REGIMAZIONE ACQUE DI SUPERFICIE/Attraversamenti stradali".

### **29.1.27.6 *Attraversamenti stradali con grigliato***

Valutazione al metro di lunghezza di canalizzazione in c/a finita, solo esclusi i pozzetti terminali e la griglia in acciaio, ma compreso il controtelaio ed ogni altro onere, fornitura e prescrizione cui all'Articolo delle PRESCRIZIONI TECNICHE "REGIMAZIONE DELLE ACQUE DI SUPERFICIE/Attraversamenti stradali/Con grigliato".

### **29.1.28 *Sistemazione a verde***

#### **29.1.28.1 *Livellamento delle superfici, sterri e riporti e apporto terra di coltivo***

Valutazione a metro quadro di superficie effettivamente livellata e integrata con terra di coltivo, compreso ogni onere, fornitura e prescrizione cui all'Articolo delle PRESCRIZIONI TECNICHE "SISTEMAZIONE A VERDE/Livellamento delle superfici, sterri e riporti e apporto terra di coltivo".

#### **29.1.28.2 *Spietratura***

Valutazione a metro quadro di superficie effettivamente trattata, compreso ogni onere, fornitura e prescrizione cui all'Articolo delle PRESCRIZIONI TECNICHE "SISTEMAZIONE A VERDE/Spietratura".

#### **29.1.28.3 *Terreno vegetale***

Valutazione a metro cubo di terreno vegetale posto in opera, secondo gli spessori finiti effettivi, per terreno reperito fuori dell'ambito del cantiere, compreso ogni onere, fornitura e prescrizione cui all'Articolo delle PRESCRIZIONI TECNICHE "SISTEMAZIONE A VERDE/Terreno vegetale".

Viene valutata a parte, a metro quadro di superficie, la fornitura e posa in opera dei pannelli di armatura del terreno, ove richiesti dalla COMMITTENTE.

### **29.1.29 *Formazione del tappeto erboso***

#### **29.1.29.1 *Seminazione manuale***

Valutazione a metro quadro di superficie effettivamente seminata manualmente, compreso ogni onere, fornitura e prescrizione cui all'Articolo delle PRESCRIZIONI TECNICHE "SISTEMAZIONE A VERDE/Seminazione manuale".

### **29.1.29.2 Idroseminazione**

Valutazione a metro quadro di superficie effettivamente idroseminata, compreso ogni onere, fornitura e prescrizione cui all'Articolo delle PRESCRIZIONI TECNICHE "SISTEMAZIONE A VERDE/Idroseminazione".

## **29.1.30 Recinzioni, cancelli, delimitazioni**

### **29.1.30.1 Recinzione definitiva**

Valutazione al metro di lunghezza dello sviluppo della recinzione realizzata, con differenziazione di prezzo per tipo ed altezza di pali utilizzati, così come previsto nell'Elenco dei Prezzi, comprese eventuali interruzioni con doppi montanti, nonché gli oneri, forniture e prescrizioni cui all'Articolo delle PRESCRIZIONI TECNICHE "RECINZIONI, CANCELLI, DELIMITAZIONI/Recinzione definitiva".

### **29.1.30.2 Recinzione di delimitazione in rete**

Valutazione al metro di lunghezza dello sviluppo della recinzione realizzata, compreso oneri, forniture e prescrizioni cui all'Articolo delle PRESCRIZIONI TECNICHE "RECINZIONI, CANCELLI, DELIMITAZIONI/Recinzione di delimitazione in rete". Compreso inoltre l'esecuzione di cancelli in legno e rete.

### **29.1.30.3 Recinzione di delimitazione in filo spinato**

Valutazione al metro di lunghezza dello sviluppo della recinzione realizzata, con differenziazione di prezzo per altezza di pali utilizzati, così come previsto nell'Elenco dei Prezzi, compresi gli oneri, forniture e prescrizioni cui all'Articolo delle PRESCRIZIONI TECNICHE "RECINZIONI, CANCELLI, DELIMITAZIONI/Recinzione di delimitazione in filo spinato".

### **29.1.30.4 Recinzione di delimitazione in rete e filo spinato**

Valutazione al metro di lunghezza dello sviluppo della recinzione realizzata, con differenziazione di prezzo per altezza di pali utilizzati, così come previsto nell'Elenco dei Prezzi, compresi gli oneri, forniture e prescrizioni cui all'Articolo delle PRESCRIZIONI TECNICHE "RECINZIONI, CANCELLI, DELIMITAZIONI/Recinzione di delimitazione in rete e filo spinato".

**29.1.30.5 Cancelli metallici**

Valutazione a metro quadro di superficie di cancello in opera misurato all'esterno dei montanti laterali, con dimensioni e tipologia cui ai disegni dell'APPALTATORE, con differenziazione di prezzo per tipologia così come prescritto nell'Elenco dei Prezzi; compreso ogni onere, accessorio, fornitura e prescrizione di cui all'Articolo delle PRESCRIZIONI TECNICHE "RECINZIONI E CANCELLI/Cancelli metallici".

**29.1.30.6 Staccionate in legno**

Valutazione al metro di lunghezza dello sviluppo della staccionata realizzata, compresi gli oneri, forniture e prescrizioni cui all'Articolo delle PRESCRIZIONI TECNICHE "RECINZIONI, CANCELLI, DELIMITAZIONI/Staccionate".

## **30. PROVE E VERIFICHE A CARICO DELL'APPALTATORE**

### **30.1 PROVE E VERIFICHE**

Fermo restando quanto prescritto nel Capitolato Generale di Appalto si precisa che:

- I materiali adoperati per la costruzione delle opere, ove non fossero già certificati dal produttore, devono essere certificati in fase di accettazione dal DIRETTORE DEI LAVORI;
- L'accettazione delle opere, o parti di esse, è subordinata a preventive e specifiche prove e verifiche a cura del DIRETTORE DEI LAVORI;
- Tutte le prove di collaudo sulle opere in c.a. prescritte per legge sono a cura del DIRETTORE DEI LAVORI e carico del COMMITTENTE;
- Le prove e le verifiche necessarie per l'accettazione di materiali, di opere o parti di esse, sono a cura del DIRETTORE DEI LAVORI e carico dell'APPALTATORE nella misura di seguito prevista nel presente capitolo 32;
- Tutte le prove e verifiche che non soddisfano i requisiti minimi richiesti, non ridurranno il numero di prove a carico dell'APPALTATORE e dovranno essere ripetute fin quando necessario a cura del DIRETTORE DEI LAVORI e carico dell'APPALTATORE;

Si riportano di seguito le prove e verifiche a carico dell'APPALTATORE.

### **30.2 SCAVI**

#### **30.2.1 Prove su piastra fondo scavo aerogeneratore, piazzole e strade di nuova realizzazione:**

Al completamento degli scavi (quando il fondo scavo è stato opportunamente costipato con rullo compressore adatto alle caratteristiche del terreno) per la realizzazione di: (i) fondazione aerogeneratore, (ii) rilevato/soprastruttura piazzole, (iii) rilevato/soprastruttura strade di nuova realizzazione, il Direttore dei Lavori può ordinare a propria discrezione l'esecuzione di prove atte a verificare il grado di costipazione e il valore di portanza del fondo scavo.

Il costipamento può ritenersi sufficiente quando viene raggiunto il valore di capacità portante corrispondente ad un Modulo di deformazione "Md" di almeno 300 kg/cmq, da determinarsi mediante prove di carico su piastra, a doppio ciclo, secondo la normativa CNR n.146/1992.

Laddove i valori di portanza non siano stati raggiunti a causa di scarsa compattazione, l'Appaltatore procederà con nuovi cicli di costipamento al termine dei quali si procederà

con ulteriori prove su piastra al fine di verificare il raggiungimento dei valori minimi stabiliti.

**Le prove per stabilire il grado di costipazione e i valori di portanza dei piani di scavo, nella misura di n.1 prova su piastra (secondo la normativa CNR n.146/1992) ogni 500 mq di area di scavo, saranno a cure e spese dell'Appaltatore.**

### **30.3 RIPORTI E RILEVATI**

#### **30.3.1 Qualifica/controlli inerti per riempimenti, riporti e rilevati:**

Per la formazione di riempimenti, riporti e rilevati, devono essere impiegati materiali conformi alle specifiche descritte nel capitolato speciale di appalto.

In ordine di priorità, possono essere utilizzati terre del gruppo A1, A3, A2-4 e A2-5.

È obbligo dell'Appaltatore certificare preventivamente la conformità degli inerti rispetto alle specifiche tecniche richiamate nel capitolato speciale di appalto. Pertanto, prima di qualsiasi fornitura, l'Appaltatore, con congruo preavviso, è tenuto a comunicare al Direttore dei lavori e al Committente la/e cava/e di prestito di cui intende avvalersi e la tipologia di inerte che intende approvvigionare per l'esecuzione dei riporti e rilevati previsti in progetto.

Il Direttore dei Lavori, o suo delegato, effettuerà dei prelievi di campioni in situ, indisturbati o rimaneggiati, da sottoporre a prova di classificazione secondo la normativa CNR-UNI 10006 al fine di qualificare ed eventualmente autorizzare l'impiego dei materiali. Non saranno autorizzati materiali non rispondenti ai requisiti di cui sopra.

Ogni qualvolta, l'Appaltatore richieda la qualifica di una nuova cava di prestito o sussistano ragionevoli dubbi sulla qualità dei materiali impiegati, il Direttore dei Lavori o il Committente hanno la facoltà di richiedere all'Appaltatore l'esecuzione delle prove di classificazione di cui sopra.

**Le qualifiche, preventive e di controllo, di tutti i materiali inerti impiegati nell'esecuzione di riempimenti, riporti e rilevati, saranno a cure e spese dell'Appaltatore.**

#### **30.3.2 Esecuzione dei riporti e rilevati:**

Le modalità di esecuzione di riporti e rilevati sono descritte nel capitolato speciale di appalto.

Nell'esecuzione dei rilevati, il materiale inerte, precedentemente qualificato, deve essere steso a strati di 25-30 cm d'altezza e compattato con rullo compressore adatto alle caratteristiche del terreno.

È obbligo dell'Appaltatore certificare il grado di costipamento che deve essere conforme a quanto prescritto nel capitolato speciale di appalto. Qualora lo stesso risultasse inferiore a quanto prescritto nel capitolato speciale di appalto l'appaltatore dovrà operare affinché detto valore sia raggiunto.

Se le caratteristiche e le dimensioni degli elementi costituenti il materiale lo consentono, il controllo verrà effettuato confrontando la densità secca in sito del rilevato con la densità secca max. del materiale ottenuta con la prova A.A.S.T.H.O. modificata in relazione alla massima dimensione degli elementi costituenti il materiale.

In aggiunta, o in alternativa, si procederà con opportune prove di carico su piastra, a doppio ciclo, secondo la normativa CNR n.146/1992, per la verifica del modulo di deformazione i cui valori devono essere uguali o superiori a 800 kg/cm<sup>2</sup> per lo strato inferiore e di almeno 1000 kg/cm<sup>2</sup> per lo strato finale.

**Le prove per stabilire il grado di costipamento di riporti e rilevati, nella misura di n.2 prove densità (A.A.S.T.H.O. modificata o prova su piastra) ogni 500 mq di rilevato costituito con spessori non superiori a 30 cm saranno a cura e spese dell'Appaltatore.**

### **30.3.3 Esecuzione di riempimento/rinterri trincea cavidotti:**

Le modalità di esecuzione di riempimenti e rinterri delle trincee ospitanti i cavidotti, sono descritte nel capitolato speciale di appalto.

Nell'esecuzione di riempimenti e rinterri delle trincee ospitanti i cavidotti, il materiale inerte, precedentemente qualificato (vedi riporti e rilevati), deve essere steso a strati di max 40 cm d'altezza e compattato con rullo compressore adeguato alla larghezza dello scavo in trincea. Laddove, per le dimensioni ristrette dello scavo, non fosse possibile l'uso di rullo compattatore, verranno utilizzati compattatori manuali di adeguate prestazioni.

Per i tratti di cavidotti ricadenti su strade asfaltate, è obbligo dell'Appaltatore certificare il grado di costipamento del riempimento/rinterro, che deve essere conforme a quanto prescritto nel capitolato speciale di appalto. Qualora lo stesso risultasse inferiore a quanto prescritto nel capitolato speciale di appalto l'appaltatore dovrà operare affinché detto valore sia raggiunto.

Se le caratteristiche e le dimensioni degli elementi costituenti il materiale lo consentono, il controllo verrà effettuato confrontando la densità secca in sito del rilevato con la densità secca max. del materiale ottenuta con la prova A.A.S.T.H.O. modificata in relazione alla massima dimensione degli elementi costituenti il materiale.

In aggiunta, o in alternativa, si procederà con opportune prove di carico su piastra, a doppio ciclo, secondo la normativa CNR n.146/1992, per la verifica del modulo di

deformazione dello strato finale i cui valori devono essere uguali o superiori a 1000 kg/cm<sup>2</sup>.

**Le prove per stabilire il grado di costipamento di riempimento/rinterro di trincea, nella misura di n.1 prova densità (A.A.S.T.H.O. modificata o prova su piastra) ogni 1000 ml di sviluppo lineare di cavidotto saranno a cure e spese dell'Appaltatore.**

## 30.4 CONGLOMERATI CEMENTIZI

### 30.4.1 Calcestruzzi

Le procedure di prove e i controlli da effettuarsi sui calcestruzzi sono definite nel capitolato speciale di appalto.

È obbligo dell'Appaltatore certificare preventivamente la conformità dei calcestruzzi rispetto alle specifiche tecniche richiamate nel capitolato speciale di appalto. Pertanto, prima di qualsiasi fornitura, l'Appaltatore, con congruo preavviso, e è tenuto a comunicare al Direttore dei lavori e al Committente l'impianto/i di cui intende avvalersi per l'approvvigionamento del calcestruzzo.

Il Direttore dei Lavori, ricevuta la comunicazione, verificherà il possesso dei requisiti dell'impianto/i proposto dall'Appaltatore e in particolare il possesso della certificazione FPC in conformità alle normative vigenti riguardanti gli impianti di produzione di calcestruzzo preconfezionato con processo industrializzato.

Soddisfatti i requisiti iniziali si procederà alla prequalifica delle miscele di calcestruzzo oggetto di fornitura:

1. Relazione di prequalifica dell'impasto proposta dall'impianto (per tipologia di calcestruzzo richiesto in progetto), con i contenuti minimi indicati nel capitolato speciale di appalto;
2. Confezionamento calcestruzzo di prova (per tipologia di calcestruzzo richiesto in progetto), secondo la relazione di prequalifica proposta;
3. Determinazione della classe di consistenza mediante misura di abbassamento al cono di Abrams o procedura equivalente;
4. Prelievo e confezionamento dei provini di prova (per tipologia di calcestruzzo richiesto in progetto);
5. Esecuzione delle prove di resistenza a compressione (per tipologia di calcestruzzo richiesto in progetto), presso laboratorio autorizzato;

Le prove di resistenza sui provini dovranno consentire la determinazione della curva di maturazione del calcestruzzo. A tal riguardo dovranno essere rilevati i valori di resistenza a compressione iniziale (3, 7 e 14 giorni) e i valori di resistenza finali (28 giorni).

L'approvazione del Direttore dei Lavori non ridurrà comunque la responsabilità dell'Appaltatore, relativa al raggiungimento dei requisiti finali dei calcestruzzi in opera.

In corso di esecuzione dei getti, oltre alle prove di accettazione sul calcestruzzo fresco (consistenza - slump) e al prelievo dei provini previsti per le prove di resistenza in conformità alle norme tecniche per le costruzioni DM 17 gennaio 2018, dovranno essere confezionati ulteriori provini (il numero e la frequenza verrà stabilito a discrezione del Direttore dei Lavori) da sottoporre a prova di resistenza a compressione iniziale (3, 7 e 14 giorni). I valori di questi ultimi saranno costantemente monitorati e rapportati ai valori attesi in relazione alla curva di maturazione di prequalifica. Eventuali prestazioni anomale ottenute nella fase di maturazione, comporteranno una immediata sospensione dei getti.

Le prove di resistenza a compressione, nella misura prevista dalle norme tecniche per le costruzioni DM 17 gennaio 2018, sono a carico del Committente.

**Tutte le prove e i controlli, nella misura prevista dal Direttore dei Lavori, relativi a: prequalifica della/e miscela/e calcestruzzo oggetto di fornitura e prove di resistenza a compressione iniziale, saranno a cura e spese dell'Appaltatore.**

**I prelievi dei cubetti, lo stoccaggio e, salvo disposizioni differenti, il trasferimento presso laboratorio autorizzato è sempre a carico dell'APPALTATORE**

## 30.5 CONGLOMERATI BITUMINOSI

### 30.5.1 Asfalti

Per la formazione di conglomerati bituminosi per le asfaltature previste in progetto, devono essere impiegati materiali conformi alle specifiche descritte nel capitolato speciale di appalto.

Le caratteristiche per l'accettazione dei bitumi per usi stradali secondo le norme C.N.R. - B.U. n. 68 del 23 maggio 1978 nel capitolato speciale di appalto.

È obbligo dell'Appaltatore certificare preventivamente la conformità dei conglomerati bituminosi alle specifiche tecniche richiamate nel capitolato speciale di appalto. Pertanto, prima di qualsiasi fornitura, l'Appaltatore, con congruo preavviso, è tenuto a comunicare al Direttore dei lavori e al Committente l'impianto/i di cui intende avvalersi e la tipologia di conglomerato bituminoso che intende approvvigionare per l'esecuzione di asfaltature previste in progetto.

L'Appaltatore è tenuto a presentare la composizione delle miscele che intende adottare nell'esecuzione dei lavori. Ogni composizione proposta dovrà essere corredata da una completa documentazione, ed in particolare tutti gli studi effettuati in laboratorio, attraverso i quali l'Appaltatore ha ricavato la ricetta ottimale.

Sulla scorta della documentazione presentata dall'Appaltatore, la Direzione lavori si riserva di approvare le miscele proposte o di fare eseguire nuove ricerche/modifiche per il raggiungimento dei requisiti richiesti nel capitolato speciale di appalto.

L'approvazione non ridurrà comunque la responsabilità dell'Impresa, relativa al raggiungimento dei requisiti finali dei conglomerati in opera.

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

**Le qualifiche, preventive e di controllo, di tutti i conglomerati bituminosi, saranno a cure e spese dell'Appaltatore.**

## **30.6 PROVE TUBAZIONI PORTA CAVO**

### **30.6.1 Prove di tenuta a pressione tubazione F.O.**

Le specifiche tecniche della tubazione porta cavo Fibra Ottica sono descritte nel capitolato speciale di appalto.

L'Appaltatore dovrà effettuare la posa e le giunzioni della tubazione conformemente a quanto indicato nelle specifiche tecniche sopra richiamate.

Al completamento della posa/giunzione della tubazione, la Direzione lavori effettuerà su tratti a campione (a sua discrezione il numero di campioni) le prove necessarie ad accertare la tenuta a pressione delle tubazioni precedentemente installate.

Le prove verranno effettuate su tratti di tubazioni le cui estremità sono interrotte dai pozzetti rompi-tratta previsti in progetto.

Si riportano di seguito le specifiche di prova:

1. La temperatura dell'aria all'uscita del compressore non deve superare i 55° C.
2. L'immissione dell'aria in pressione all'interno del tubo deve essere effettuata in maniera graduale, in modo da generare sull'infrastruttura uno stato di tensione che cresca gradualmente e non in maniera improvvisa (in particolare in caso di bassa temperatura).
3. Un'estremità dei tubi deve essere opportunamente sigillata utilizzando idonei tappi, mentre all'altra estremità viene gestita la pressurizzazione nel modo di seguito indicato:
  - Graduale pressurizzazione del tratto di tubazione in prova fino a 3 bar;
  - Interruzione dell'immissione dell'aria e attesa di 10 minuti in cui si osserveranno le cadute di pressione;
4. La prova si ritiene superata se, al termine del punto 3, non si verificano rotture del manufatto o calo della pressione superiore a 1 bar;

Il superamento della prova non ridurrà comunque la responsabilità dell'Appaltatore, relativa al raggiungimento dei requisiti finali dell'infrastruttura di progetto.

**Tutte le prove e i controlli, nella misura prevista dal Direttore dei Lavori, relativi a: tenuta a pressione tubazione porta cavo F.O., saranno a cure e spese dell'Appaltatore.**

### **30.6.2 Prove corretta installazione tubazione porta cavo con tecnica NO-DIG.**

Le specifiche tecniche per l'esecuzione di trivellazioni con tecnica no-dig sono descritte nel capitolato speciale di appalto.

L'Appaltatore preventivamente il varo della tubazione dovrà effettuare le giunzioni conformemente a quanto indicato nelle specifiche tecniche sopra richiamate.

Al completamento del varo della tubazione, allo scopo di verificarne la corretta installazione, la Direzione lavori effettuerà le prove necessarie atte ad accertare:

- assenza di materiali estranei all'interno della tubazione;
- diametro minimo interno dei tubi;

La prova consiste nell'inserimento all'interno della tubazione di un corpo cilindrico della lunghezza minima di 200 mm e del diametro pari allo 0,96% il diametro della tubazione oggetto di prova.

Il cilindro, realizzato con materiale leggero (es. plastica, polistirolo estruso), dovrà essere munito di appositi cordini, di lunghezza maggiore allo sviluppo della tubazione di prova e fissati ad entrambe le estremità del cilindro stesso, necessari per il tiro all'interno della tubazione ed eventuale recupero laddove ne fosse ostacolata la naturale fuoruscita.

La prova si ritiene superata se il cilindro fuoriesce dall'estremità opposta a quella di inserimento, senza deformazioni e attraverso uno sforzo di trazione del cordino di tipo manuale.

Le prove verranno effettuate su tutte le tubazioni portacavo installate con tecnica no-dig.

Il superamento della prova non ridurrà comunque la responsabilità dell'Appaltatore, relativa al raggiungimento dei requisiti finali dell'infrastruttura di progetto.

**Tutte le prove e i controlli relativi a: verifica corretta installazione di tubazione con tecnica NO-DIG, saranno a cure e spese dell'Appaltatore.**