

COMUNE DI SPINEA



PROGETTO DEFINITIVO

COMMITTENTE

RUP

COMUNE DI SPINEA

arch. Daniele Levorato

Piazza del Municipio, 1
30038 Spinea (VE)
tel +39 041 5071111

PROGETTISTA

ing. Renato Crosato



studio associato
ingegneria dei trasporti
Piazza della Serenissima 20
31033 Castelfranco Veneto (TV)
tel/fax +39 0423 720203
P.IVA e C.F. 04418810265

www.studiologit.it
info@studiologit.it



ing. Omar Luison



VIABILITA':

ing. Simone Romanello

COMPUTI:

ing. Candeloro Orlando

SICUREZZA:

ing. Luca Ferronato

ing. Paolo Bergamin

OGGETTO

RIQUALIFICAZIONE DELLA VIABILITA' LUNGO VIA
MATTEOTTI TRA VIA ROMA E VIA D'ANNUNZIO IN
COMUNE DI SPINEA (VE)

ELABORATO

N.

**DISCIPLINARE
DESCRITTIVO
ELEMENTI TECNICI**

2.06

DATA

SCALA

CODICE COMMESSA

31.05.2022

-

CSPPS21 258

CODICE ELABORATO

21.258.206.X.TE.PD.00.DIS_DES

REV	DATA	DESCRIZIONE
00	31.05.2022	prima emissione

INDICE

1	PREMESSA	9
2	NORME PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DELLE OPERE	9
2.1	NORME GENERALI	9
2.1.1	<i>Generalità.....</i>	9
2.1.2	<i>Contabilizzazione delle varianti.....</i>	10
2.2	MOVIMENTO DI MATERIE.....	10
2.2.1	<i>Scavi di sbancamento e scavi di fondazione all'asciutto o in presenza di acqua per l'impianto di opere d'arte, ecc.</i>	10
2.3	CONGLOMERATI.....	11
2.3.1	<i>Calcestruzzi, cementi armati e cappe.....</i>	11
2.3.2	<i>Eventuali intonaci - Stucchi e rabbocature.....</i>	11
2.4	ACCIAIO PER CALCESTRUZZO.....	12
2.5	PAVIMENTAZIONI STRADALI.....	12
2.5.1	<i>Pavimentazioni stradali.....</i>	12
2.5.2	<i>Cilindratura di fondazione stradale, massicciata e sottofondi.....</i>	12
2.5.3	<i>Fondazioni e pavimentazioni in conglomerato cementizio; fondazioni in terra stabilizzata.....</i>	13
2.5.4	<i>Trattamenti protettivi delle pavimentazioni - Pavimentazioni di cemento.....</i>	13
2.5.5	<i>Pavimentazioni in pietra, porfido o ciottoli di cava arrotondati.....</i>	14
2.5.6	<i>Soprastrutture stabilizzate.....</i>	14
2.6	SEMINAGIONI E PIANTAGIONI.....	14
2.7	NOLEGGI.....	15
2.8	LAVORI IN ECONOMIA.....	15
3	QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI.....	15
3.1	GENERALITÀ.....	16
3.2	CARATTERISTICHE DEI VARI MATERIALI.....	16
3.3	PROVE DEI MATERIALI.....	25
3.3.1	<i>Certificato di qualità.....</i>	25
3.3.2	<i>Accertamenti preventivi.....</i>	26
3.3.3	<i>Prove di controllo in fase esecutiva.....</i>	26

4 OPERE PROVVISORIALI	28
4.1 FORMAZIONE DEL CANTIERE	28
4.1.1 <i>Normativa applicabile</i>	28
4.1.2 <i>Prescrizioni di carattere generale</i>	29
4.1.3 <i>Modalità di esecuzione</i>	30
4.1.3.1 <i>Recinzione di cantiere</i>	30
4.1.3.2 <i>Vigilanza di cantiere</i>	30
4.1.3.3 <i>Locali per gli uffici e le maestranze</i>	31
4.1.3.4 <i>Attrezzature di pronto soccorso</i>	31
4.1.3.5 <i>Cartelli</i>	31
4.1.3.6 <i>Oneri per pratiche amministrative</i>	32
4.2 PONTEGGI ED OPERE PROVVISORIALI	32
4.2.1 <i>Normativa applicabile</i>	32
4.2.2 <i>Prescrizioni di carattere generale</i>	32
4.2.3 <i>Definizioni</i>	33
4.2.3.1 <i>Ponteggi fissi</i> :.....	33
4.2.3.2 <i>Ponteggi mobili</i>	33
4.2.4 <i>Modalità di esecuzione</i>	33
4.2.4.1 <i>Ponteggi ed impalcature</i>	33
4.2.4.2 <i>Ponteggi metallici (a telaio prefabbricato e/o tubo e giunti)</i> :.....	33
4.2.4.3 <i>Ponteggi metallici autosollevanti</i>	33
4.2.4.4 <i>Parapetti</i>	34
4.2.4.5 <i>Andatoie e passerelle</i>	34
4.2.4.6 <i>Ponti su cavalletti</i>	35
4.2.4.7 <i>Ponti a sbalzo</i>	35
4.2.4.8 <i>Puntelli</i>	36
4.2.4.9 <i>Centine</i>	36
4.2.5 <i>Criteri di misurazione</i>	37
4.2.6 <i>Criteri di accettazione</i>	38
5 MODO DI ESECUZIONE DI OGNI CATEGORIA DI LAVORO E PRESCRIZIONI SPECIALI.....	38
5.1 MOVIMENTI DI TERRA.....	38
5.1.1 <i>Definizioni e classificazioni</i>	38
5.1.2 <i>Prescrizioni tecniche particolari</i>	39
5.1.2.1 <i>Diserbamento e scoticamento</i>	39
5.1.2.2 <i>Scavi</i>	39
5.1.2.3 <i>Rinterri e/o bonifiche</i>	44
5.1.2.4 <i>Rilevati</i>	46

5.2	DEMOLIZIONI.....	75
5.2.1	<i>Murature e fabbricati.....</i>	75
5.2.2	<i>Idrodemolizioni.....</i>	75
5.2.3	<i>Demolizione di pavimentazione o massicciata stradale in conglomerato bituminoso.....</i>	76
5.2.4	<i>Demolizione dell'intera sovrastruttura realizzata con sistemi tradizionali.....</i>	77
5.2.5	<i>Rimozioni.....</i>	77
5.3	FONDAZIONI SPECIALI.....	77
5.3.1	<i>Definizioni.....</i>	78
5.3.2	<i>Normative di riferimento.....</i>	79
5.3.3	<i>Preparazione del piano di lavoro.....</i>	80
5.3.4	<i>Pali di medio e grande diametro.....</i>	80
5.3.5	<i>Prove tecnologiche preliminari.....</i>	82
5.3.6	<i>Rivestimenti metallici.....</i>	82
5.3.7	<i>Fanghi bentonitici.....</i>	83
5.3.7.1	<i>Bentonite in polvere.....</i>	84
5.3.7.2	<i>Preparazione fanghi bentonitici.....</i>	84
5.3.7.3	<i>Fanghi biodegradabili.....</i>	85
5.3.7.4	<i>Caratteristiche e preparazione dei fanghi biodegradabili.....</i>	85
5.3.8	<i>Materiali.....</i>	86
5.3.8.1	<i>Armature metalliche.....</i>	86
5.3.8.2	<i>Conglomerato cementizio.....</i>	87
5.3.9	<i>Tipologie esecutive.....</i>	88
5.3.9.1	<i>Pali infissi prefabbricati.....</i>	88
5.3.9.2	<i>Pali infissi gettati in opera.....</i>	89
5.3.9.3	<i>Pali trivellati.....</i>	89
5.3.9.4	<i>Pali trivellati con fanghi bentonitici.....</i>	89
5.3.9.5	<i>Pali trivellati con fanghi biodegradabili.....</i>	90
5.3.9.6	<i>Pali trivellati con rivestimento provvisorio.....</i>	90
5.3.9.7	<i>Pali trivellati ad elica continua armati dopo il getto.....</i>	90
5.3.9.7.1	<i>Formazione del fusto del palo.....</i>	91
5.3.9.8	<i>Pali trivellati ad elica continua armati prima del getto.....</i>	92
5.3.9.8.1	<i>Formazione del fusto del palo.....</i>	92
5.3.9.9	<i>Micropali.....</i>	92
5.3.9.9.1	<i>Tolleranze geometriche.....</i>	93
5.3.9.9.2	<i>Tracciamento.....</i>	93
5.3.9.9.3	<i>Armatura.....</i>	93
5.3.9.9.4	<i>Armatura con barre di acciaio per c.a.....</i>	94
5.3.9.9.5	<i>Armature tubolari.....</i>	94

5.3.9.9.6	<i>Armature con profilati in acciaio</i>	94
5.3.9.9.7	<i>Malte e miscele cementizie</i>	95
5.3.9.9.8	<i>Micropali a iniezioni ripetute ad alta pressione</i>	96
5.3.9.9.9	<i>Formazione del fusto del micropalo</i>	96
5.3.9.9.10	<i>Micropali con riempimento a gravità o a bassa pressione</i>	97
5.3.9.9.11	<i>Formazione del fusto del micropalo</i>	97
5.3.10	<i>Prove di carico</i>	98
5.3.10.1	<i>Prove sui pali di grande diametro</i>	99
5.3.10.2	<i>Prove di carico su micropali</i>	106
5.3.10.3	<i>Prove non distruttive</i>	109
5.4	ACCIAIO	110
5.4.1	<i>Generalità</i>	110
5.4.2	<i>Collaudo tecnologico dei materiali</i>	112
5.4.3	<i>Collaudo dimensionale e di lavorazione</i>	112
5.4.4	<i>Montaggio</i>	113
5.4.5	<i>Prove di carico e collaudo statico delle strutture in acciaio</i>	114
5.5	CALCESTRUZZI	114
5.5.1	<i>Normativa di riferimento</i>	114
5.5.2	<i>Classificazione dei conglomerati cementizi</i>	115
5.5.3	<i>Caratteristiche dei materiali costituenti i conglomerati cementizi</i>	117
5.5.3.1	<i>Cemento</i>	117
5.5.3.2	<i>Inerti</i>	117
5.5.3.3	<i>Acqua di impasto</i>	119
5.5.3.4	<i>Additivi e disarmanti</i>	120
5.5.4	<i>Qualifica preliminare dei conglomerati cementizi</i>	120
5.5.5	<i>Controlli in corso d'opera</i>	122
5.5.5.1	<i>Granulometria degli inerti</i>	122
5.5.5.2	<i>Resistenza dei conglomerati cementizi</i>	122
5.5.5.3	<i>Controllo della lavorabilità</i>	125
5.5.5.4	<i>Controllo del rapporto acqua/cemento</i>	125
5.5.5.5	<i>Controllo dell'omogeneità del conglomerato cementizio</i>	126
5.5.5.6	<i>Controllo del contenuto di aria</i>	126
5.5.5.7	<i>Controllo del contenuto di cemento</i>	126
5.5.6	<i>Durabilità dei conglomerati cementizi</i>	126
5.5.7	<i>Tecnologia esecutiva delle opere</i>	127
5.5.7.1	<i>Confezione dei conglomerati cementizi</i>	127
5.5.7.2	<i>Trasporto</i>	128
5.5.7.3	<i>Posa in opera</i>	129

5.5.7.4	Riprese di getto.....	132
5.5.7.5	Posa in opera in climi freddi.....	132
5.5.7.6	Posa in opera in climi caldi.....	132
5.5.7.7	Stagionatura e disarmo.....	132
5.5.8	Miscele a bassa viscosità per le iniezioni nelle guaine dei cavi di precompressione di strutture in c.a.p. esistenti.....	137
5.5.9	Manufatti prefabbricati in conglomerato cementizio armato, normale o precompresso ...	137
5.5.10	Casseforme, armature di sostegno, centinature e attrezzature di costruzione.....	138
5.5.11	Acciaio per c.a.p.....	143
5.5.12	Impermeabilizzazione di manufatti in conglomerato cementizio	143
5.6	FONDAZIONI STRADALI, SOTTOFONDI, PAVIMENTAZIONI CONGLOMERATO BITUMINOSO	145
5.6.1	Strato di fondazione in misto granulometricamente stabilizzato	145
5.6.1.1	Descrizione	145
5.6.1.2	Caratteristiche dei materiali da impiegare	146
5.6.1.3	Studio della miscela in laboratorio.....	148
5.6.1.4	Modalità esecutive	148
5.6.1.5	Controllo dei requisiti di accettazione.....	149
5.6.2	Strato di fondazione (sottobase) in misto cementato.....	150
5.6.2.1	Descrizione	150
5.6.2.2	Caratteristiche dei materiali da impiegare	150
5.6.2.2.1	Inerti	150
5.6.2.2.2	Legante	152
5.6.2.2.3	Acqua.....	152
5.6.2.3	Studio della miscela in laboratorio.....	152
5.6.2.4	Preparazione e controllo requisiti di accettazione in fase di confezionamento miscela	154
5.6.2.5	Modalità esecutive	154
5.6.2.6	Protezione superficiale.....	156
5.6.2.7	Controllo dei requisiti ed accettazione delle lavorazioni.....	156
5.6.3	Stabilizzazione in sito.....	157
5.6.3.1	Stabilizzazione di terreni naturali a cemento.....	157
5.6.3.1.1	Descrizione	157
5.6.3.1.2	Caratteristiche dei materiali da impiegare	158
5.6.3.1.2.1	Inerti	158
5.6.3.1.3	Legante	159
5.6.3.1.4	Acqua.....	159
5.6.3.1.5	Studio della miscela in laboratorio.....	160
5.6.3.1.6	Modalità esecutive	160
5.6.3.1.7	Norme di controllo delle lavorazioni.....	161
5.6.3.1.8	Protezione superficiale.....	161

5.6.3.1.9	<i>Trattamento delle terre con calce</i>	161
5.6.3.1.9.1	<i>Generalità</i>	161
5.6.3.1.10	<i>Materiali</i>	161
5.6.3.1.10.1	<i>Terre</i>	161
5.6.3.1.11	<i>Calce</i>	162
5.6.3.1.11.1	<i>Acqua</i>	163
5.6.3.1.12	<i>Studio preliminare</i>	163
5.6.3.1.13	<i>Identificazione del terreno</i>	164
5.6.3.1.14	<i>Studio delle miscele sperimentali</i>	165
5.6.3.1.15	<i>Realizzazione del campo prova</i>	166
5.6.3.1.16	<i>Scelta della miscela da utilizzare</i>	167
5.6.3.1.17	<i>Modalità di esecuzione e prescrizioni</i>	168
5.6.3.1.18	<i>Approvvigionamento e stoccaggio della calce</i>	168
5.6.3.1.19	<i>Fasi esecutive</i>	168
5.6.3.1.20	<i>Scotico del terreno</i>	169
5.6.3.1.21	<i>Preparazione del terreno</i>	169
5.6.3.1.22	<i>Spandimento della calce</i>	169
5.6.3.1.23	<i>Miscelazione della calce con il terreno</i>	170
5.6.3.1.24	<i>Compattazione e finitura</i>	171
5.6.3.1.25	<i>Controlli in corso d'opera sui materiali</i>	172
5.6.3.1.25.1	<i>Calce</i>	172
5.6.3.1.25.2	<i>Terre e miscele</i>	172
5.6.3.1.25.3	<i>Umidità del terreno</i>	172
5.6.3.1.25.4	<i>Fasi operative</i>	173
5.6.3.1.25.5	<i>Controlli sul prodotto finale</i>	173
5.7	CONGLOMERATI BITUMINOSI A CALDO	174
5.7.1	<i>Conglomerato bituminoso per strato di binder</i>	174
5.7.2	<i>Conglomerato bituminoso per strati di usura</i>	186
5.7.3	<i>Conglomerato bituminoso per strati di usura con rocce ignee o graniglie artificiali</i>	197
5.7.4	<i>Conglomerato bituminoso per strati di usura confezionato con bitume modificato</i>	207
5.7.5	<i>Conglomerato bituminoso per strato di binder (cb 20) alto modulo</i>	218
5.7.6	<i>Sigillatura di lesioni o giunti di strisciata</i>	229
5.7.6.1	<i>Sigillatura con emulsione e sabbia</i>	229
5.7.6.2	<i>Sigillatura eseguita con bitume modificato e lancia termica</i>	229
5.7.7	<i>Miscela stabilizzate con cemento e bitume schiumato (o emulsione)</i>	230
5.7.7.1	<i>Materiali costituenti e loro qualificazione</i>	230
5.7.7.2	<i>Studio della miscela</i>	233
5.7.7.3	<i>Confezione posa in opera delle miscele</i>	235
5.7.7.4	<i>Controlli</i>	235

5.8	PAVIMENTAZIONI IN AUTOBLOCCANTI	236
5.9	CORDOLI IN CALCESTRUZZO	237
5.10	FORNITURA E POSA DI GRIGLIA COMPOSITA FLESSIBILE PER IL RINFORZO DEI CONGLOMERATI BITUMINOSI	238
5.11	OPERE IDRAULICHE E FOGNATURE	239
5.11.1	<i>Tubazioni per fognatura</i>	239
5.11.1.1	<i>Tubazioni in polietilene ad alta densità</i>	240
5.11.1.2	<i>Tubazioni in cemento armato centrifugato o turbocentrifugato</i>	240
5.11.1.3	<i>Tubazioni in p.v.c. rigido (non plastificato) per fognature</i>	248
5.11.1.4	<i>Tubazioni in calcestruzzo turbovibrocompresso</i>	253
5.11.2	<i>Pozzetti prefabbricati e chiusini</i>	258
5.11.2.1	<i>Caratteristiche dei manufatti e modalità di posa in opera</i>	258
5.11.2.2	<i>Pozzetti e chiusini</i>	258
5.11.2.1	<i>Caditoie</i>	259
5.12	ARREDO URBANO	259
5.12.1	<i>Dissuasori a colonnina rimovibili</i>	259
5.12.2	<i>Barriere parapetonali rimovibili</i>	259
5.12.3	<i>Delimitazioni in plastica tipo NewJersey</i>	260
5.13	SEGNALETICA	260
5.13.1	<i>Segnaletica verticale</i>	260
5.13.2	<i>Segnaletica orizzontale</i>	264
5.13.2.1	<i>Norme tecniche di esecuzione</i>	264
5.13.2.2	<i>Qualità e provenienza dei materiali</i>	264
5.13.2.3	<i>Prescrizioni generali di esecuzione delle principali categorie di lavoro e forniture</i>	264
5.13.2.4	<i>Accertamenti preliminari</i>	265
5.13.2.5	<i>Vernice rifrangente</i>	265
5.13.2.6	<i>Termospazzato plastico</i>	266
5.13.2.7	<i>Laminato elastoplastico</i>	267
5.13.3	<i>Standard prestazionali segnaletica orizzontale con vernice rifrangente</i>	267
5.13.3.1	<i>Generalità</i>	267
5.13.3.2	<i>Caratteristiche della vernice rifrangente</i>	268
5.13.3.3	<i>Caratteristiche dell'attrezzatura traccialinee per segnaletica orizzontale</i>	269
5.13.3.4	<i>Caratteristiche particolari della vernice rifrangente</i>	270
5.13.3.5	<i>Caratteristiche particolari delle sfere di vetro</i>	270
5.13.3.6	<i>Prove e misurazioni in situ</i>	271
5.13.4	<i>Standard prestazionali segnaletica orizzontale in termospruzzato plastico</i>	273
5.13.4.1	<i>Generalità</i>	273

5.13.4.2	Caratteristiche del materiale termospruzzato.....	274
5.13.4.3	Sistema di applicazione.....	275
5.13.4.4	Caratteristiche particolari materiale termospruzzato.....	276
5.13.4.5	Caratteristiche particolari delle sfere di vetro.....	276
5.13.4.6	Prove e misurazioni in situ.....	277
5.13.5	Standard prestazionali segnaletica orizzontale in laminato elastoplastico.....	279
5.13.5.1	Generalità.....	279
5.13.5.2	Caratteristiche tecniche del laminato elastoplastico.....	280
5.13.5.3	Sistema di applicazione.....	281
5.13.5.4	Prove e misurazioni in situ.....	282
5.13.6	Standard prestazionali segnaletica orizzontale temporanea materiali preformati retrorifrangenti.....	284
5.13.6.1	Generalità.....	284
5.13.6.2	Caratteristiche dei materiali preformati retrorifrangenti.....	285
5.13.7	Segnaletica orizzontale catarinfrangente (occhi di gatto).....	285
5.14	OPERE ELETTRICHE.....	285
5.14.1	Dati elettrici di riferimento.....	285
5.14.2	Normativa di riferimento.....	287
5.14.3	Obblighi generali a carico dell'appaltatore.....	290
1.1.1.1	Obblighi generali.....	290
1.1.1.2	Etichettatura degli impianti.....	291
1.1.1.3	Documentazione.....	291
1.1.1.4	Manutenzione delle opere fino al collaudo.....	292
1.1.1.5	Osservanza di leggi, decreti e regolamenti.....	293
1.1.1.6	Collaudi.....	293
1.1.1.7	Garanzie.....	294
1.1.1.8	Istruzioni del personale.....	295
5.14.1	Modalità esecutive delle opere elettriche.....	295
5.14.2	Misura e valutazione dei lavori elettrici.....	310

1 PREMESSA

L'appalto ha per oggetto l'esecuzione dei lavori previsti nel progetto definitivo/esecutivo riguardante la "riqualificazione della viabilità lungo Via Matteotti tra Via Roma e Via d'Annunzio". In particolare si prevede:

- L'istituzione della circolazione veicolare a doppio senso previo rifacimento del manto d'usura;
- La realizzazione di un nuovo percorso ciclo-pedonale in sede propria lungo il lato est tra il "parcheggio Marconi" e Via Donizetti e tra Via Lorenzini e Via d'Annunzio;
- La realizzazione di una zona in porfido tra Via Donizetti e Via Lorenzini con circolazione promiscua tra utenza debole e veicoli;
- La riqualificazione dei centri luminosi esistenti data la riorganizzazione della sede stradale e l'illuminazione degli attraversamenti pedonali di progetto previsti;
- La riqualificazione della linea di smaltimento delle acque meteoriche;

L'ubicazione, la forma e le dimensioni delle varie opere risultano dagli elaborati di progetto.

Il presente Capitolato Speciale d'Appalto, per la parte tecnica, fa riferimento al CSA della Regione Veneto; laddove alcune normative siano state integrate, modificate o sostituite da normative più recenti sono da ritenere cogenti quest'ultime.

2 NORME PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DELLE OPERE

2.1 NORME GENERALI

2.1.1 Generalità

La quantità dei lavori e delle provviste sarà determinata a misura, a peso, a corpo, in relazione a quanto previsto nell'elenco dei prezzi allegato.

Le misure verranno rilevate in contraddittorio in base all'effettiva esecuzione. Qualora esse risultino maggiori di quelle indicate nei grafici di progetto o di quelle ordinate dalla Direzione, le eccedenze non verranno contabilizzate.

Soltanto nel caso che la Direzione dei Lavori abbia ordinato per iscritto maggiori dimensioni se ne terrà conto nella contabilizzazione.

In nessun caso saranno tollerate dimensioni minori di quelle ordinate, le quali potranno essere motivo di rifacimento a carico dell'Appaltatore. Resta sempre salva in ogni caso la possibilità di verifica e rettifica in occasione delle operazioni di collaudo.

2.1.2 Contabilizzazione delle varianti

Nel caso di variante in corso d'opera gli importi in più ed in meno sono valutati con i prezzi di progetto e soggetti al ribasso d'asta che ha determinato l'aggiudicazione della gara ovvero con i prezzi offerti dall'appaltatore nella lista in sede di gara.

Le norme di misurazione per la contabilizzazione saranno le seguenti.

2.2 MOVIMENTO DI MATERIE

2.2.1 Scavi di sbancamento e scavi di fondazione all'asciutto o in presenza di acqua per l'impianto di opere d'arte, ecc.

Gli scavi di fondazione saranno computati per un volume eguale a quello risultante dal prodotto della base di fondazione per la sua profondità sotto il piano orizzontale derivante dallo scavo di sbancamento, e soltanto al volume così calcolato si applicheranno i vari prezzi fissati nell'elenco per tali scavi; essi saranno valutati sempre come eseguiti a pareti verticali ritenendosi già compreso e compensato col prezzo unitario di elenco ogni maggiore scavo e qualunque eventuale armatura e puntellazione occorrente.

Nel caso in cui venisse ordinato che il fondo dei cavi abbia pareti scampanate, la base di fondazione di cui sopra si intenderà limitata alla proiezione delle sovrastanti pareti verticali e lo scavo di scampanatura, per il suo effettivo volume, andrà in aggiunta a quello precedentemente computato.

Coi prezzi di elenco per gli scavi di fondazione, di sbancamento ed a sezione obbligata, oltre agli obblighi sopra specificati e a quelli emergenti del precedente articolo, l'Appaltatore dovrà ritenersi compensato:

- 1) di tutti gli oneri e spese relativi agli scavi in genere da eseguirsi con qualsiasi mezzo, paleggi, innalzamento, carico, trasporto e scarico in rilevato o rinterro o a rifiuto a qualsiasi distanza, sistemazione delle materie di rifiuto e indennità di deposito;
- 2) delle spese occorrenti: per la regolarizzazione delle pareti, per lo spianamento del fondo, per le formazioni di gradoni, per il successivo rinterro all'ingiro delle murature, attorno e sopra le condotte d'acqua o altre condotte in genere, e sopra le fognature o drenaggi secondo le sagome definitive di progetto;
- 3) dell'eventuale perdita parziale o anche totale dei legnami impiegati nelle puntellazioni ed armature di qualsiasi entità, occorrenti per l'esecuzione degli scavi di fondazione o per sostenere ed evitare franamenti di pareti di cavi di sbancamento;
- 4) ogni altra spesa infine necessaria per l'esecuzione completa degli scavi di cui trattasi.

I prezzi di elenco per gli scavi di fondazione sono applicabili unicamente e rispettivamente al volume di scavo ricadente in ciascuna zona compresa fra la quota del piano superiore e quella del piano inferiore che delimitano le varie zone successive, a partire dalla quota di sbancamento fissata in uno dei modi sopra indicati e proseguendo verso il basso.

Pertanto la valutazione definitiva dello scavo eseguito entro i limiti di ciascuna zona risulterà dal volume ricadente nella zona stessa e dall'applicazione del volume stesso del prezzo di elenco fissato per lo scavo nella ripetuta zona.

Con i prezzi d'elenco, si intendono, altresì, compensati gli oneri che si incontrino per scavi che si debbano eseguire in presenza di acqua fino a quando l'altezza dell'acqua stabilizzata nei cavi non superi l'altezza di 20 cm ed essa non dipenda da cause occasionali.

Nei detti prezzi sono, altresì, compresi gli oneri derivanti da eventuali infiltrazioni di acqua fino a quando la portata si mantenga pari od inferiore a 5 litri al minuto primo e siano indipendenti da cause accidentali. E' compreso l'onere dei rinterri dei cavi intorno alle murature di fondazione e la pilonatura delle materie stesse.

2.3 CONGLOMERATI

2.3.1 *Calcestruzzi, cementi armati e cappe*

I calcestruzzi per fondazioni, plinti, ecc. ed i cementi armati, costruiti di getto in opera, saranno in genere pagati a metro cubo di calcestruzzo, escluso l'acciaio da impiegare per i cementi armati che verrà pagato a parte a peso ed a chilogrammo, e misurati in opera in base alle dimensioni prescritte, esclusa quindi ogni eccedenza, ancorché inevitabile, dipendente dalla forma degli scavi aperti e dal modo di esecuzione dei lavori e trascurando soltanto la deduzione delle eventuali smussature previste in progetto agli spigoli che avessero il cateto della loro sezione trasversale inferiore, o al più uguale, a 10 cm.

I calcestruzzi ed i cementi armati eventualmente costruiti di getto fuori d'opera saranno valutati sempre in ragione del loro effettivo volume, senza detrazione del volume dell'acciaio per i cementi armati quando trattasi di travi, solette, pali o altri pezzi consimili, ed in ragione del minimo parallelepipedo retto a base rettangolare circoscrivibile a ciascun pezzo quando trattasi di pezzi sagomati o comunque ornati per decorazione, pesandosi poi sempre a parte l'acciaio occorrente per le armature interne dei cementi armati.

I lastroni di copertura/massetti in cemento armato saranno valutati a superficie comprendendo, per essi, tutti gli oneri di cui appresso.

Nei prezzi di elenco dei calcestruzzi, lastroni, massetti e cementi armati sono anche compresi e compensati gli stampi di ogni forma, i casseri, casseforme e cassette per il contenimento del calcestruzzo, le armature in legname di ogni sorta grandi e piccole per sostegno degli stampi.

2.3.2 *Eventuali intonaci - Stucchi e rabbocature*

Gli eventuali intonaci e gli stucchi di qualunque genere, sia a superficie piana che a superficie curva, saranno valutati a metro quadrato, applicando i prezzi sulla superficie effettiva dei muri intonacati, senza tener conto delle rientranze e delle sporgenze dal vivo dei muri per le lesene, riquadri, fasce, bugne e simili, purché le rientranze e sporgenze non superino 10 cm.

2.4 ACCIAIO PER CALCESTRUZZO

Il peso dell'acciaio in barre ad aderenza migliorata di armatura del calcestruzzo verrà determinato mediante il peso teorico corrispondente ai vari diametri effettivamente prescritti, trascurando le quantità superiori alle prescrizioni, le legature e le sovrapposizioni per giunte non ordinate. Il peso dell'acciaio verrà in ogni caso determinato con mezzi analitici ordinari, misurando cioè lo sviluppo lineare effettivo per ogni barra (seguendo le sagomature e uncinature) e moltiplicandolo per il peso unitario dato dalle tabelle ufficiali UNI.

Col prezzo fissato, il tondino sarà fornito e dato in opera nelle casseforme, dopo aver subito tutte le piegature, sagomature e legature ordinate dalla Direzione dei Lavori, curando che la posizione dei ferri coincida rigorosamente con quella fissata nei disegni esecutivi.

2.5 PAVIMENTAZIONI STRADALI

2.5.1 Pavimentazioni stradali

Tutti i materiali per pavimentazioni stradali si valuteranno a metro cubo oppure a metro quadro, coi prezzi di elenco relativi.

Normalmente la misura dovrà effettuarsi in opera a compattazione avvenuta.

Quanto sopra vale anche per i materiali di massicciata, ghiaia e pietrisco di piccole dimensioni che potessero occorrere per le banchine di marciapiedi, piazzali ed altro, nonché per le cilindature, bitumature, quando la fornitura non sia compresa nei prezzi di questi lavori, e per qualsiasi altro scopo.

2.5.2 Cilindratura di fondazione stradale, massicciata e sottofondi

Il lavoro e gli oneri di cilindatura di fondazioni, massicciate, ecc. con compressore a trazione meccanica sarà già compreso nelle voci relative alle pavimentazioni stradali. S'intenderà compensata ogni spesa per noli, trasporto dei compressori a piè d'opera all'inizio del lavoro e per ritornare poi in rimessa, sia per il ricovero durante la notte che nei periodi di sosta.

Nel prezzo stesso è compreso il consumo dei combustibili e lubrificanti per l'esercizio dei rulli, lo spandimento e configurazione dei materiali di massicciata, la fornitura e l'impiego dell'acqua per la caldaia e per l'innaffiamento, dove occorra, del pietrisco durante la rullatura, la fornitura e lo spandimento dei materiali di saturazione o di aggregazione, ove occorran, ogni spesa per il personale addetto alle macchine, la necessaria manovalanza occorrente durante il lavoro, nonché di tutto quanto altro potrà occorrere per dare compiuto il lavoro a perfetta regola d'arte.

2.5.3 Fondazioni e pavimentazioni in conglomerato cementizio; fondazioni in terra stabilizzata

Anche per queste voci la valutazione è prevista a metro cubo/metro quadro di opera finita. Il prezzo a della fondazione e pavimentazione comprende tutti gli oneri per:

- studio granulometrico della miscela;
- la fornitura e stesa di un centimetro di sabbia quale letto di posa del calcestruzzo;
- la fornitura degli inerti nelle qualità e quantità prescritte dal Capitolato speciale d'Appalto, nonché la fornitura del legante e dell'acqua;
- il nolo del macchinario occorrente per la confezione, il trasporto e la posa in opera del calcestruzzo;
- la vibrazione e stagionatura del calcestruzzo;
- la formazione e sigillatura dei giunti;
- tutta la mano d'opera occorrente per i lavori suindicati ed ogni altra spesa ed onere per il getto della lastra, ivi compreso quello del getto in due strati, se ordinato.

Lo spessore sarà valutato in base a quello prescritto con tolleranza non superiore ai 5 mm purché le differenze si presentino saltuariamente e non come regola costante. In questo caso non si terrà conto delle eccedenze, mentre si dedurranno le deficienze riscontrate.

Per armatura del calcestruzzo verrà fornita e posta in opera una rete d'acciaio a maglie che verrà valutata a parte, secondo il peso unitario prescritto e determinato in precedenza a mezzo di pesatura diretta.

Anche per le fondazioni in terra stabilizzata valgono tutte le norme di valutazione sopra descritte. Si precisa ad ogni modo che il prezzo comprende:

- gli oneri derivanti dalle prove preliminari necessarie per lo studio della miscela, nonché da quelle richieste durante l'esecuzione del lavoro;
- l'eventuale fornitura di terre e sabbie idonee alla formazione della miscela secondo quanto prescritto e richiesto dalla Direzione dei Lavori;
- il macchinario e la mano d'opera necessari e quanto altro occorra come precedentemente prescritto.

Tutti i prodotti e/o materiali impiegati, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

2.5.4 Trattamenti protettivi delle pavimentazioni - Pavimentazioni di cemento

I trattamenti superficiali, le penetrazioni, i manti di conglomerato, le pavimentazioni cementizie e in genere qualunque tipo di pavimentazione di qualsiasi spessore verranno di norma misurati in ragione di superficie, intendendosi tassativi gli spessori prescritti, e nel relativo prezzo unitario sarà compreso ogni magistero e fornitura per dare il lavoro completo secondo le modalità e norme indicate. Per i conglomerati, ove l'elenco dei prezzi lo prescriva, la valutazione sarà fatta a volume. Qualora i quantitativi di legante o di materiale di

aggregazione stabiliti variassero ovvero, nel caso di manti a tappeto o a conglomerati a masse aperte o chiuse da misurarsi a superficie, si modificassero gli spessori, si farà luogo alle relative detrazioni analogamente a come sopra previsto. I cordoli laterali (bordi), se ordinati, saranno valutati a parte.

La Stazione Appaltante si riserva comunque di rifiutare emulsioni aventi più dell'1% in meno di bitume prescritta. Qualora la partita venisse egualmente accettata, verranno effettuate negli stati di avanzamento detrazioni come segue: per percentuali tra l'1 ed il 3%: il 10% del prezzo di emulsione per ogni kg di emulsione impiegata; per percentuali maggiori del 3 sino al 5%: il 25% del prezzo dell'emulsione per ogni kg di emulsione impiegata.

2.5.5 Pavimentazioni in pietra, porfido o ciottoli di cava arrotondati

Saranno pagati a metro quadrato col relativo prezzi di computo.

Sarà pagata la loro superficie vista, limitata cioè dal vivo dei muri o dai contorni, esclusa quindi ogni incassatura anche se necessaria e prescritta dalla Direzione dei Lavori.

Nei prezzi relativi è sempre compreso il letto di sabbia o di malta, ogni compenso per riduzione, tagli e sfridi di lastre, pietre e ciottoli, per maggior difficoltà di costruzione dovuta ad angoli rientranti o sporgenti, per la preparazione, battitura e regolazione del suolo, per la stuccatura e profilatura dei giunti con malta di cemento o bitumatura secondo le prescrizioni della Direzione dei Lavori e per qualunque altra opera o spesa per dare i lavori ultimati ed in perfetto stato.

I prezzi di tariffa sono applicabili invariabilmente qualunque sia, o piana o curva, la superficie vista e qualunque sia il fondo su cui sono posti in opera.

2.5.6 Soprastrutture stabilizzate

Le soprastrutture in terra stabilizzata, in terra stabilizzata con cemento, in terra stabilizzata con legante bituminoso e in pozzolana stabilizzata con calce idrata verranno valutate a metro quadrato di piano viabile completamente sistemato.

2.6 SEMINAGIONI E PIANTAGIONI

Le seminagioni saranno valutate a superficie su proiezione orizzontale, mentre le piantagioni/alberature saranno valutate a numero di piante/alberature attecchite.

Nei relativi prezzi, oltre la fornitura dei semi e delle piantine/alberature, sono compresi la preparazione del terreno ed ogni onere per la piantagione come prescritto dai rispettivi articoli. Sono pure compresi ogni onere e garanzia per l'attecchimento. La valutazione viene fatta per metro quadrato.

2.7 NOLEGGI

Per l'applicazione dei prezzi di noleggio di meccanismi in genere, tanto per le ore di funzionamento quanto per quelle di riposo, nelle quali però restano a disposizione della Stazione Appaltante, il noleggio s'intenderà corrisposto per tutto il tempo durante il quale i meccanismi funzioneranno per conto della Stazione Appaltante o resteranno a disposizione della Stazione Appaltante stessa.

Nel computo della durata del noleggio verrà compreso il tempo occorrente per il trasporto, montaggio e rimozione dei meccanismi.

Il prezzo del funzionamento dei meccanismi verrà applicato per quelle ore in cui essi saranno stati effettivamente in attività di lavoro, compreso il tempo occorrente per l'accensione, riscaldamento e spegnimento delle caldaie; in ogni altra condizione di cose, per perditempi qualsiasi, verrà applicato il solo prezzo del noleggio per meccanismi in riposo.

2.8 LAVORI IN ECONOMIA

La Stazione Appaltante ha il diritto di chiedere all'Appaltatore, che ne ha l'obbligo, di fornire mano d'opera, mezzi d'opera e materiali per lavori e servizi le cui prestazioni saranno contabilizzate in economia.

Per i lavori in economia nel costo orario della mano d'opera si intende compresa ogni incidenza per attrezzi ed utensili di lavoro e quanto altro occorra per il loro impiego.

Gli operai per i lavori in economia dovranno essere qualificati per i lavori da eseguire e provvisti degli attrezzi ed utensili necessari che dovranno essere sempre in perfetta efficienza e provvisti di tutti gli accessori necessari per il loro regolare funzionamento. Nella contabilizzazione non verranno riconosciuti oneri per spese di trasporto e di trasferta.

Per le prestazioni in economia l'Appaltatore ha l'obbligo di consegnare quotidianamente alla Direzione dei Lavori le liste con le ore di impiego relative agli operai, noli e materiali utilizzati. Le prestazioni non preventivamente autorizzate e/o non dichiarate dall'Appaltatore nei modi e nei termini di cui sopra non saranno in alcun modo riconosciute.

Le prestazioni e le forniture in economia saranno disposte dalla Direzione dei Lavori, mediante apposito ordine di servizio, solo per lavori secondari ed accessori e nei casi e nei limiti previsti dal D.Lgs. 18 aprile 2016 n. 50 e s.m.i.

L'importo di tali prestazioni, e provviste non potrà superare quello debitamente autorizzato nei limiti definiti dall'art. 36 del D.Lgs. 18 aprile 2016 n. 50 e s.m.i.

3 QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI

3.1 GENERALITÀ

I materiali da impiegare per i lavori di cui all'appalto dovranno corrispondere, come caratteristiche, a quanto stabilito nelle leggi e regolamenti ufficiali vigenti in materia e a quanto stabilito nel presente elaborato; in mancanza di particolari prescrizioni dovranno essere delle migliori qualità esistenti in commercio in rapporto alla funzione a cui sono destinati.

Per la provvista di materiali in genere, si richiamano espressamente le prescrizioni dell'art. 16 del Capitolato Generale d'Appalto del 19.04.2000 n° 145.

Si precisa che le indicazioni normative riportate nelle presenti norme si intendono sempre riferentesi alla versione più recente delle stesse, comprensiva di eventuali atti di modificazione, integrazione e/o sostituzione.

I materiali proverranno da località o fabbriche che l'Appaltatore riterrà di sua convenienza, purché corrispondano ai requisiti di cui sopra.

In ogni caso i materiali, prima della posa in opera, dovranno essere riconosciuti idonei ed accettati dalla Direzione Lavori; l'accettazione dei materiali non è comunque definitiva se non dopo che siano stati posti in opera e l'opera sia stata collaudata.

Quando la Direzione Lavori abbia rifiutata una qualsiasi provvista come non atta all'impiego, l'Appaltatore dovrà sostituirla con altra che corrisponda alle caratteristiche volute; i materiali rifiutati dovranno essere allontanati immediatamente dal cantiere a cura e spese dello stesso Appaltatore. Malgrado l'accettazione dei materiali da parte della Direzione Lavori, l'Appaltatore resta totalmente responsabile della riuscita delle opere anche per quanto può dipendere dai materiali stessi.

L'Appaltatore sarà obbligato a prestarsi in ogni tempo alle prove dei materiali impiegati o da impiegare, anche se non incluse nelle presenti Norme, purché facenti riferimento ad una normativa in uso, sottostando a tutte le spese necessarie per il prelievo, la formazione e l'invio dei campioni ai Laboratori indicati dalla Direzione Lavori

I campioni verranno prelevati in contraddittorio; degli stessi potrà essere ordinata la conservazione nei locali indicati dalla Direzione Lavori, previa apposizione di sigilli e firme del Direttore Lavori e dell'Appaltatore e nei modi più adatti a garantirne la autenticità e la conservazione.

Le diverse prove ed esami sui campioni verranno effettuate presso i laboratori ufficiali individuati negli elenchi elaborati in conformità alla vigente normativa indicati univocamente dalla Stazione Appaltante.

3.2 CARATTERISTICHE DEI VARI MATERIALI

Acqua: dovrà essere dolce, limpida, esente da tracce di cloruri o solfati, non inquinata da materie organiche o comunque dannose all'uso cui le acque medesime sono destinate e rispondere ai requisiti stabiliti dalle norme tecniche emanate con D.M. 09 gennaio 1996 e s.m.i. in applicazione dell'art. 21 della Legge 1086 del 5 novembre 1971.

Leganti idraulici - Calci aeree - Pozzolane: dovranno corrispondere alle prescrizioni:

- della legge num. 595/1965;
- delle "Norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova dei leganti idraulici" D.M. 14-1-1966, modificato con D.M. 3/06/68, D.M. 31/08/1972, D.M. 13/09/93;
- delle "Norme per l'accettazione delle calci aeree" R.D. num. 2231/1939;
- delle "Norme per l'accettazione delle pozzolane e dei materiali a comportamento pozzolanico", R.D. num. 2230/1939;

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

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

Ghiaie - Ghiaietti - Pietrischi - Pietrischetti - Sabbie per opere murarie: dovranno corrispondere ai requisiti stabiliti dalle Norme Tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della Legge num. 1086/1971.

Le dimensioni massime degli aggregati costituenti la miscela dovranno essere compatibili con quanto prescritto nel D.M. num. 09/01/1996 e in ogni caso le maggiori fra quelle previste come compatibili per la struttura a cui il conglomerato cementizio è destinato.

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

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

Pietrischi - Pietrischetti - Graniglie - Sabbie - Additivi per pavimentazioni: dovranno soddisfare ai requisiti stabiliti nelle corrispondenti "Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali" del C.NUM.R. (Fascicolo num. 4, Ed. 1953 ed eventuali successive modificazioni ed integrazioni) ed essere rispondenti alle specifiche riportate nelle rispettive norme di esecuzione lavori.

Ghiaie - Ghiaietti per pavimentazioni: dovranno corrispondere, come pezzatura e caratteristiche, ai requisiti stabiliti nella "Tabella UNI 2710 - Ed. giugno 1945" ed eventuali successive modificazioni ed integrazioni.

Dovranno essere costituiti da elementi sani e tenaci, privi di elementi alterati, essere puliti e praticamente esenti da materie eterogenee, non presentare perdita di peso, per decantazione in acqua, superiore al 2%.

Tout venant di cava, di frantoio o di fiume: Quando, per gli strati di fondazione o di base delle sovrastrutture stradali, fosse disposto l'impiego di materiale di cava, di frantoio o di altro tipo, questo dovrà essere, in ogni caso, non suscettibile all'azione dell'acqua (non solubile, né plasticizzabile) nonchè, privo di radici e di sostanze organiche.

La granulometria del materiale sarà prescritta dalla Direzione dei Lavori e le caratteristiche dovranno essere le seguenti:

- limite liquido (Atterberg) inferiore a 25;

- indice di plasticità inferiore a 6;
- indice C.B.R. non inferiore a 50 od 80, a seconda che si tratti di materiale destinato agli strati di fondazione o di base.

Cubetti di pietra: dovranno corrispondere ai requisiti stabiliti nelle corrispondenti «Norme per l'accettazione di cubetti di pietra per pavimentazioni stradali» C.N.R. fascicolo5/1954 e nella «Tabella U.N.I. 2719 - Ed. 1945». UNI EN 1342:2003

Cordoni - Bocchette di scarico - Risvolti - Guide di risvolto - Scivoli per accessi - Guide e masselli per pavimentazione: dovranno soddisfare ai requisiti stabiliti nelle «Tabelle U.N.I. 2712, 2713, 2714, 2715, 2716, 2717, 2718 - Ed. 1945».

Scapoli di pietra da impiegare per fondazioni: dovranno essere sani e di buona resistenza alla compressione, privi di parti alterate, di dimensioni massime comprese tra 15 e 25 cm ma senza eccessivi divari fra le dimensioni massime e minime misurate nelle diverse dimensioni.

Ciottoli da impiegare per i selciati: dovranno essere sani, duri e durevoli, di forma ovoidale e le dimensioni limite verranno fissate dalla D.L. secondo l'impiego cui sono destinati.

Pietre naturali: le pietre da impiegare nelle murature, nei drenaggi, nelle gabbionate, etc. dovranno essere sostanzialmente compatte ed uniformi, sane e di buona resistenza alla compressione, prive di parti alterate.

Esse dovranno corrispondere ai requisiti d'accettazione stabiliti nel R.D. num. 2232/1939 "Norme per l'accettazione delle pietre naturali da costruzione".

Dovranno avere forme regolari e dimensioni adatte al loro particolare impiego.

Le pietre grezze per murature frontali non dovranno presentare screpolature e peli: dovranno essere sgrossate col martello ed anche con la punta, in modo da togliere le scabrosità più sentite nelle facce viste e nei piani di contatto così da permettere lo stabile assestamento su letti orizzontali e in perfetto allineamento.

Pietre da taglio: proverranno dalle cave che saranno accettate dalla Direzione Lavori.

Esse dovranno essere sostanzialmente uniformi e compatte, sane e tenaci, senza parti alterate, vene, peli od altri difetti, senza immasticature o tasselli.

Esse dovranno corrispondere ai requisiti di accettazione stabiliti dal R.D. num. 2232/1939.

Le lavorazioni che potranno essere adottate per le pietre da taglio saranno le seguenti:

- a grana grossa;
- a grana ordinaria;
- a grana mezza fina;
- a grana fina.

Quando anche si tratti di facce semplicemente abbozzate, esse dovranno venire lavorate sotto regolo in modo da non presentare incavi o sporgenze maggiori di 2 cm rispetto al piano medio; le pietre lavorate a punta grossa non presenteranno irregolarità maggiori di 1 cm.

Per le pietre lavorate a punta mezzana od a punta fina, i letti di posa saranno lavorati a perfetto piano, e le facce dovranno avere gli spigoli vivi e ben rifilati in modo che le connessioni non eccedano i 5 mm.

Dove sia prescritta la lavorazione a martellina, le superfici e gli spigoli dovranno essere lavorati in modo che le commessure non eccedono i 3 mm.

Non saranno tollerate né smussature negli spigoli, né cavità nelle facce, né mastichature o rattoppi.

Tufi: Le pietre di tufo dovranno essere di struttura compatta ed uniforme evitando quelle pomiciose e facilmente friabili.

Materiali laterizi: dovranno corrispondere ai requisiti d'accettazione stabiliti con R.D. num. 2232/1939 "Norme per l'accettazione dei materiali laterizi" od alle Norme UNI 5628-65, UNI 1607, UNI 5629-65, UNI 5630-65, UNI 5632-65.

I mattoni dovranno essere ben cotti, di forma regolare, con gli spigoli ben profilati e dritti; alla frattura dovranno presentare struttura fine ed uniforme ed essere senza calcinaroli e impurità.

I forati e le tegole dovranno risultare di pasta fine ed omogenea, senza impurità, ben cotti, privi di nodi, di bolle, senza ghiaietto o calcinaroli, sonori alla percussione.

Argilla espansa: dovrà essere ottenuta mediante clinkerizzazione in forni rotanti ad una temperatura non inferiore a 1200 °C e peso in mucchio 320÷630 kg/mc a seconda della granulometria.

Blocchi prefabbricati per vibro-compressione: saranno confezionati con inerti di buona qualità e dosaggi non inferiori a 200 kg di cemento, di tipo IV 42.5 o 42.5R, per metro cubo di impasto. La resistenza a rottura degli elementi dovrà essere:

- 8 MPa per blocchi prefabbricati con impiego di ghiaietto e pietrisco;
- 3 MPa per blocchi prefabbricati con impiego di argilla espansa.

La superficie delle costole dovrà essere almeno pari, nel caso di strutture non portanti, al 40%; nel caso di strutture portanti al 65% della superficie apparente del piano di posa del blocco.

Blocchi prefabbricati di cemento e argilla espansa faccia-vista: saranno prodotti con inerti di buona qualità e dosaggi non inferiori a 200 kg di cemento, di tipo IV 42.5 o 42.5R, per metro cubo di impasto.

Saranno confezionati con conglomerato cementizio a struttura chiusa; la curva granulometrica varierà da 0.5÷4 mm; la densità da 1.200÷1.600 kg/mc.

Una varietà dei blocchi faccia vista è costituita dagli «splittati» ottenuti a spacco da un blocco doppio e possono essere a paramento normale o scanalato.

Materiali ferrosi: saranno esenti da scorie, soffiature, saldature e da qualsiasi altro difetto.

Gli acciai per c.a., c.a.p. e carpenteria metallica dovranno soddisfare ai requisiti stabiliti dalle Norme Tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della Legge num. 1086/1971.

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

I bulloni normali saranno conformi per le caratteristiche dimensionali alle norme UNI 5727-65 e UNI 5593; quelli ad alta resistenza devono appartenere alle classi delle norme UNI 3740-65.

I tubi in acciaio senza saldatura, per costruzioni meccaniche, dovranno soddisfare la norma UNI 7729 ed essere del tipo Fe 510.

Acciaio per apparecchi di appoggio e cerniere: dovrà soddisfare ai requisiti stabiliti dalle Norme Tecniche emanate con D.M. 14 gennaio 2008.

Acciaio inossidabile: dovrà presentare elevata resistenza alla corrosione ed al calore e rispondere, per composizione chimica, caratteristiche e prescrizioni generali, alla norma UNI 6900-71. Le lamiere in acciaio inox saranno laminate a freddo a norma UNI 8317.

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

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

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

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

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

- 190 g/mq per zincatura normale;
- 300 g/mq per zincatura pesante.

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

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

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

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

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

- Classe 5: spessore strato minum. 5 μ ml
- Classe 10: spessore strato minum. 10 μ ml
- Classe 15: spessore strato minum. 15 μ ml
- Classe 20: spessore strato minum. 20 μ ml.

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

Rame: lamiere, nastri e fili saranno conformi alle UNI 3310/2[^]/3[^]/46 - 72.

Prodotti plastici metacrilici: caratterizzati da infrangibilità, leggerezza ed elevatissima resistenza agli agenti atmosferici, dovranno rispondere alle prescrizioni di cui alle seguenti norme di unificazione: UNI 7067-72 ("Materie plastiche metacriliche per stampaggio ed estrusione. Tipi, prescrizioni e prove") e UNI 7074-72 ("Lastre di polimetilmetacrilato. Tipi, prescrizioni e prove"). Le lastre potranno essere di tipo I (colorate in forma e successivamente polimerizzate in blocco) e di tipo II (prepolimerizzate e termoestruse).

In ogni caso saranno assolutamente prive di difetti superficiali e di forma.

I lucernari, sia a cupola (a semplice od a doppia parete anticondensa) che continui, saranno fabbricati con lastre di polimetilmetacrilato delle migliori qualità (plexiglass, perspex, etc.).

Legnami: di qualunque essenza essi siano, dovranno soddisfare, sia per le opere definitive che per quelle provvisorie, a tutte le prescrizioni ed avere i requisiti delle precise categorie di volta in volta prescritte e non dovranno presentare difetti incompatibili con l'uso a cui sono stati destinati. I legnami rotondi o pali dovranno provenire da vero tronco e non dai rami, saranno diritti in modo che la congiungente i centri delle due basi non esca in alcun punto dal palo.

Dovranno essere scortecciati per tutta la loro lunghezza e rettificati in superficie; la differenza fra i diametri medi delle estremità non dovrà oltrepassare il quarto del maggiore dei due diametri.

I legnami grossolanamente squadri ed a spigolo smussato, dovranno avere tutte le facce spianate, tollerandosi in corrispondenza ad ogni spigolo l'alburno e lo smusso in misura non maggiore di 1/5 della minore dimensione trasversale dell'elemento.

I legnami a spigolo vivo dovranno essere lavorati e squadrati a sega e dovranno avere tutte le facce esattamente spianate, senza rientranze o risalti, con gli spigoli tirati a filo vivo, senza alburno né smussi di sorta.

I legnami, in genere, dovranno corrispondere ai requisiti di cui alle Norme UNI in vigore.

I legnami di tipo lamellare dovranno essere di qualità I secondo la normativa DIN 4074, con giunzioni a pettine secondo la normativa DIN 88140 e la loro essenza lignea sarà preferibilmente di abete rosso o larice.

Le strutture in legno lamellare dovranno essere prodotte da stabilimenti in possesso del certificato di incollaggio di tipo A, in conformità alla norma DIN 1052. Gli eventuali trattamenti protettivi, gli spessori e le modalità applicative degli stessi, dovranno essere del tipo previsto negli elaborati progettuali.

Leganti ed emulsioni bituminosi: dovranno soddisfare i requisiti stabiliti nelle corrispondenti norme C.NUM.R. "Norme per l'accettazione dei bitumi per usi stradali" - Fascicolo num. 2 - Ed. 1951; "Norme per l'accettazione delle emulsioni bituminose per usi stradali" Fascicolo num. 3 - Ed. 1958 e loro eventuali successive modificazioni ed integrazioni.

Leganti bituminosi: dovranno corrispondere ai requisiti di cui alle "Norme per l'accettazione dei bitumi per usi stradali" - Fascicolo num. 7 - Ed. 1957 del C.NUM.R. e eventuali successive modificazioni ed integrazioni.

Polveri di roccia asfaltica: Le polveri di roccia asfaltica non devono contenere mai meno del 7% di bitume; possono essere ottenute miscelando i prodotti della macinazione di rocce con non meno del 6% e non più del 10% di bitume; possono anche essere trattate con olii minerali in quantità non superiori all' 1%. Ai fini applicativi le polveri vengono distinte in tre categorie (I, II, III). Le polveri della I categoria servono per la preparazione a freddo di tappeti composti di polvere asfaltica, pietrischetto ed olio; le polveri della II categoria servono per i conglomerati, gli asfalti colati e le mattonelle; le polveri della III categoria servono come additivi nei conglomerati e per aggiunte ai bitumi ed ai catrami. Le polveri di I e II categoria devono avere finezza tale da passare per almeno il 95% dal setaccio 2, U.N.I. - 2332. Le polveri della III categoria devono avere la finezza prescritta per gli additivi stradali (norme C.N.R.). Le percentuali e le caratteristiche dei bitumi estratti dalle polveri devono corrispondere ai valori indicati dalle tabelle riportate dalle Norme del C.N.R. Ed. 1956.

Olii asfaltici: gli olii asfaltici impiegati nei trattamenti superficiali con polveri asfaltiche a freddo vanno distinti a seconda della provenienza della polvere, abruzzese o siciliana, con la quale si devono impiegare e della stagione, estiva od invernale, in cui i lavori si devono eseguire.

Per la stagione invernale si dovranno impiegare olii tipo A, e per quella estiva olii tipo B. Tutti questi olii devono contenere al massimo lo 0,50% di acqua, ed al massimo il 4% di fenoli; le altre caratteristiche, poi, devono essere le seguenti:

- olii di tipo A (invernale) per polveri abruzzesi: viscosità Engler a 25°C da 3 a 6; distillato sino a 230°C al massimo il 15%; residuo a 330°C almeno il 25%; punto di rammollimento alla palla e anello 30 ÷45°C;

- olii di tipo A (invernale) per polveri siciliane: viscosità Engler a 50°C al massimo 10; distillato sino a 230°C al massimo il 10%; residuo a 330°C almeno il 45%; punto di rammollimento alla palla e anello 55 ÷ 70°C;
- olii di tipo B (estivo) per polveri abruzzesi: viscosità Engler a 25°C da 4 a 8; distillato sino a 230°C al massimo l'8%; residuo a 330°C almeno il 30%; punto di rammollimento alla palla e anello 35 ÷ 50°C;
- olii di tipo B (estivo) per polveri siciliane: viscosità Engler a 50°C al massimo 15%; distillato sino a 230°C al massimo il 5%; residuo a 330°C almeno il 50%; punto di rammollimento alla palla e anello 55÷70°C.

Per gli stessi impieghi si possono usare anche olii derivanti da catrame e da grezzi di petrolio, o da opportune miscele di catrame e petrolio, purché di caratteristiche analoghe a quelle sopra riportate.

In caso di necessità gli olii possono venire riscaldati ad una temperatura non superiore a 60°C.

Vetri e cristalli: dovranno essere, per le richieste dimensioni, di un solo pezzo, di spessore uniforme, di prima qualità, perfettamente incolori, trasparenti, privi di scorie, bolle, soffiature, ondulazioni, nodi, opacità lattiginose, macchie e qualsiasi altro difetto.

Cristalli lustrati: si intendono per tali i vetri piani con entrambi le facce tese, mediante trattamento "Float", praticamente piane, parallele e lustre.

Essi dovranno rispondere alle norme di unificazione UNI 6487-75 per vetri pianicristalli lustrati (lustrati e float).

Vetri uniti al perimetro (vetro-camera): saranno costituiti da pannelli prefabbricati formati da due lastre di vetro piano accoppiate (a mezzo di profilato e distanziatore saldato con adesivi o sigillanti), fra le quali è racchiusa aria o gas disidratati.

Il giunto d'accoppiamento dovrà essere assolutamente ermetico e di conseguenza, non dovrà presentarsi nessuna traccia di polvere o di condensa sulle superfici interne di cristalli.

Essi dovranno presentarsi perfettamente trasparenti ed inoltre stabili alla luce, all'invecchiamento ed agli agenti atmosferici.

Per le tolleranze sugli spessori, dimensionali e di forme si rimanda alle norme UNI 7172-73.

Geotessili: costituiti da tessuto non tessuto ottenuto da fibre 100% polipropilene o poliestere di prima qualità (con esclusione di fibre riciclate), agglomerate mediante sistema di agugliatura meccanica, stabilizzate ai raggi UV, con esclusione di collanti, resine, additivi chimici e/o processi di termofusione, termocalandratura e termolegatura. I geotessili sono a filo continuo quando il filamento ha lunghezza teoricamente illimitata.

Nella tabella che segue vengono riepilogate, in relazione alla natura chimica dei polimeri impiegati, le principali caratteristiche degli stessi.

<u>Materie prime - caratteristiche tecniche</u>	<u>Poliestere</u>	<u>Polipropilene</u>
Densità minum. (g/cmc)	1.38	0.90
Punto di rammollimento minum. (°C)	230 ÷ 250	140
Punto di fusione minum. (°C)	260 ÷ 265	170 ÷ 175

Punto d'umidità (% a 65% di umidità rel.)	0.4	0.04
---	-----	------

I geotessili dovranno, non avere superficie liscia, essere imputrescibili ed atossici, resistenti ai raggi ultravioletti, ai solventi, alle reazioni chimiche che si producono nel terreno, alle cementazioni naturali, all'azione di microrganismi, essere antinquinanti ed isotropi.

Dovranno essere forniti in rotoli di larghezza la più ampia possibile in relazione alle modalità di impiego.

Il materiale dovrà essere qualificato prima dell'impiego mediante le seguenti prove:

Caratteristiche tecniche	Normativa
campionatura (per N deve intendersi il rotolo o la pezza)	UNI 8279/1
peso (g/mq)	UNI 5114
spessore (mm)	UNI 8279/2
resistenza a trazione su striscia di 5 cm (N)	UNI 8639
allungamento (%)	UNI 8639
lacerazione (N)	UNI 8279/9
resistenza alla perforazione con il metodo della sfera (MPa)	UNI 8279/11
punzonamento (N)	UNI 8279/14
permeabilità radiale all'acqua (in cm/s)	UNI 8279/13
comportamento nei confronti di batteri e funghi	UNI 8986
diametro di filtrazione (μ ml)	*

* corrispondente a quello del 95% in peso degli elementi di terreno che hanno attraversato il geotessile, determinato mediante filtrazione idrodinamica.

Tubazioni in PVC: in cloruro di polivinile rigido serie pesante, dei tipi 302, 303/1 e 303/2, secondo le vigenti Norme UNI, con giunti a bicchiere muniti di guarnizione in gomma.

Ogni tubo dovrà portare impresso, in modo evidente, leggibile ed indelebile, il nominativo del produttore, il diametro nominale, l'indicazione del tipo; dovrà essere munito inoltre del marchio di conformità alle Norme UNI rilasciato dall'Istituto Italiano dei Plastici.

Materiali per opere in verde:

Terreno vegetale: il materiale da impiegarsi per il rivestimento delle scarpate di rilevato, per la formazione delle banchine laterali per il ricarica, la livellazione e la ripresa di aree comunque destinate a verde, dovrà essere terreno vegetale, proveniente da scotico di terreno a destinazione agraria da prelevarsi fino alla profondità massima di 1.00 ml.

Qualora il prelevamento della terra venga fatto da terreni naturali non coltivati, la profondità di prelevamento sarà limitata al primo strato di suolo esplorato dalle radici delle specie a portamento erbaceo, ossia a quello spessore ove la presenza di humus e le caratteristiche fisico-microbiologiche del terreno permettono la normale vita dei vegetali, ma in ogni caso non superiore a 50 cm.

L'Appaltatore, prima di effettuare il prelevamento della terra, dovrà darne comunicazione alla Direzione dei Lavori.

La stessa eventualmente potrà richiedere un prelievo di campioni in contraddittorio, per le analisi di idoneità del materiale, da effettuarsi presso una stazione di chimica agraria riconosciuta, a cura e spese dell'Appaltatore.

Concimi: i prodotti minerali semplici o complessi usati per la concimazione di fondo od in copertura dovranno essere di marca nota sul mercato nazionale, avere titolo dichiarato ed essere conservati negli involucri originali di fabbrica.

Materiale vivaistico: l'Appaltatore deve dichiararne la provenienza e la Direzione Lavori potrà accettare il materiale, previa visita ai vivai che devono essere dislocati in zone limitrofe o comunque assimilabili.

Le piantine e talee dovranno essere comunque immuni da qualsiasi malattia parassitaria.

Sementi: l'Appaltatore dovrà fornire sementi di ottima qualità e rispondenti esattamente a genere e specie richiesta, sempre nelle confezioni originali sigillate munite di certificato di identità ed autenticità con l'indicazione del grado di purezza e di germinabilità e della data di scadenza stabiliti dalle leggi vigenti.

Per evitare che possano alterarsi o deteriorarsi, le sementi devono essere immagazzinate in locali freschi, ben aerati e privi di umidità.

Per il prelievo dei campioni di controllo, valgono le norme dell'art. 1.

Per ulteriori approfondimenti, riguardanti tutti i materiali per opere in verde, si fa riferimento a quanto riportato nell'articolo specifico per l'esecuzione dei lavori.

Materiali di qualsiasi provenienza da impiegare nelle lavorazioni: materiali per rilevati e/o riempimenti, aggregati grossi e fini per conglomerati, drenaggi, fondazioni stradali, pietrame per murature, drenaggi, gabbioni, etc.

I materiali da impiegare nelle lavorazioni sopra indicate dovranno essere sottoposti dalla Direzione Lavori, prima del loro impiego, alle verifiche e prove di laboratorio, per accertarne la idoneità in relazione alle particolari utilizzazioni previste.

Dopo che la Direzione Lavori avrà espresso il proprio benestare sulla base dei risultati delle prove di laboratorio, il materiale potrà essere impiegato nella produzione, fermo restando che l'Appaltatore stessa sarà responsabile, a tutti gli effetti della rispondenza alle specifiche norme contrattuali.

Gli oneri per prove e verifiche di idoneità sono a totale ed esclusivo carico dell'Appaltatore.

3.3 PROVE DEI MATERIALI

3.3.1 *Certificato di qualità*

L'Appaltatore, per poter essere autorizzato ad impiegare i vari tipi di materiali (misti lapidei, conglomerati bituminosi, conglomerati cementizi, barriere di sicurezza, terre, cementi, calci idrauliche, acciai, ecc...) prescritti dalle presenti Norme Tecniche, dovrà esibire, prima dell'impiego, al Direttore dei Lavori, per ogni categoria di lavoro, i relativi «Certificati di qualità» rilasciati da un Laboratorio ufficiale e comunque secondo quanto prescritto dalla Circolare ANAS n.° 14/1979.

Tali certificati dovranno contenere tutti i dati relativi alla provenienza e alla individuazione dei singoli materiali o loro composizione, agli impianti o luoghi di produzione, nonché i dati risultanti dalle prove di laboratorio atte ad accertare i valori caratteristici richiesti per le varie categorie di lavoro o di fornitura in un rapporto a dosaggi e composizioni proposte.

I certificati che dovranno essere esibiti tanto se i materiali sono prodotti direttamente, quanto se prelevati da impianti, da cave, da stabilimenti anche se gestiti da terzi, avranno una validità biennale. I certificati dovranno comunque essere rinnovati ogni qualvolta risultino incompleti o si verifichi una variazione delle caratteristiche dei materiali, delle miscele o degli impianti di produzione.

3.3.2 Accertamenti preventivi

Prima dell'inizio dei lavori comportanti l'impiego di materiali in quantità superiori a:

- 500 m³ per i materiali lapidei e conglomerati bituminosi,
- 500 m³ per i conglomerati cementizi,
- 50 t. per i cementi e le calci,
- 5.000 m. per le barriere,

il Direttore dei Lavori, presa visione dei certificati di qualità presentati dall'Impresa, disporrà, se necessario (e a suo insindacabile giudizio) ulteriori prove di controllo di laboratorio a spese dell'Appaltatore.

Se i risultati di tali accertamenti fossero difformi rispetto a quelli dei certificati, si darà luogo alle necessarie variazioni qualitative e quantitative dei singoli componenti, ed all'emissione di un nuovo certificato di qualità. Per tutti i ritardi nell'inizio dei lavori derivanti dalle difformità sopra accennate e che comportino una protrazione del tempo utile contrattuale sarà applicata la penale prevista nell'art. «Tempo utile per dare compiuti i lavori - penalità in caso di ritardo» delle Norme Generali.

3.3.3 Prove di controllo in fase esecutiva

L'impresa sarà obbligata a prestarsi in ogni tempo e di norma periodicamente per le forniture di materiali di impiego continuo, alle prove ed esami dei materiali impiegati e da impiegare, sottostando a tutte le spese di prelevamento e di invio dei campioni ai Laboratori ufficiali indicati dalla Stazione appaltante.

L'impresa dovrà consentire le ordinarie operazioni di laboratorio in cantiere e collaborare quando necessario con mezzi e personale (fornire i mezzi di contrasto per le prove di piastra, fornire il personale per la campionatura di materiale, quali le terre, misti granulari, CLS ecc.) fermare le operazioni di rullatura e/ scavo di macchine operatrici attigue alle prove di densità in situ onde ad evitare vibrazioni.

Qualora dai test di prova i risultati non fossero conformi alle prescrizioni di capitolato l'onere per le maggiori lavorazioni richieste e le successive prove di laboratorio saranno ad escluso carico dell'impresa appaltatrice. In particolare, tutte le prove ed analisi dei materiali stradali saranno eseguite, a spese del soggetto competente, di norma, presso il Centro Sperimentale Stradale dell'ANAS di Cesano di Roma o

presso altro Laboratorio ufficiale riconosciuto e di gradimento della committenza. I campioni verranno prelevati in contraddittorio. Degli stessi potrà essere ordinata la conservazione nel competente Ufficio Compartimentale previa apposizione di sigilli e firme del Direttore dei Lavori e dell'Impresa e nei modi più adatti a garantirne l'autenticità e la conservazione.

I risultati ottenuti in tali Laboratori saranno i soli riconosciuti validi dalle due parti; ad essi si farà esclusivo riferimento a tutti gli effetti delle presenti Norme Tecniche.

4 OPERE PROVVISORIALI

4.1 FORMAZIONE DEL CANTIERE

4.1.1 *Normativa applicabile*

Nell'esecuzione dei lavori, anche se non espressamente richiamate, devono essere osservate le disposizioni delle seguenti norme:

- Legge 7 novembre 2000, n. 327 – Valutazione dei costi del lavoro e della sicurezza nelle gare di appalto.
- D.P.R. 3 luglio 2003, n. 222 - Regolamento sui contenuti minimi dei piani di sicurezza nei cantieri temporanei o mobili, in attuazione dell'art. 31, comma 1, della legge 11 febbraio 1994, n. 109
- Decreto Legislativo 9 aprile 2008, n. 81 - recante "Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro."

In generale devono essere rispettate le prescrizioni del piano di sicurezza e di coordinamento, del piano operativo e le indicazioni impartite dal coordinatore per l'esecuzione dei lavori e/o del direttore dei lavori.

Per i dispositivi di protezione si rimanda alle seguenti norme:

- UNI EN 340 – Indumenti di protezione. Requisiti generali.
- UNI EN 341– Dispositivi di protezione individuale contro le cadute dall'alto. Dispositivi di discesa.
- UNI EN 352-1 – Protettori auricolari. Requisiti di sicurezza e prove. Cuffie.
- UNI EN 353-1 – Dispositivi di protezione individuale contro le cadute dall'alto. Dispositivi anticaduta di tipo guidato su una linea di ancoraggio rigida.
- UNI EN 353-2 – Dispositivi di protezione individuale contro le cadute dall'alto. Dispositivi anticaduta di tipo guidato su una linea di ancoraggio flessibile.
- UNI EN 354 – Dispositivi di protezione individuale contro le cadute dall'alto. Cordini.
- UNI EN 355 – Dispositivi di protezione individuale contro le cadute dall'alto. Assorbitori di energia.
- UNI EN 358 – Dispositivi individuali per il posizionamento sul lavoro e la prevenzione delle cadute dall'alto. Sistemi di posizionamento sul lavoro.
- UNI EN 360 – Dispositivi di protezione individuale contro le cadute dall'alto. Dispositivi anticaduta di tipo retrattile.
- UNI EN 361 – Dispositivi di protezione individuale contro le cadute dall'alto. Imbracature per il corpo.
- UNI EN 362 – Dispositivi di protezione individuale contro le cadute dall'alto. Connettori.

- UNI EN 363 – Dispositivi di protezione individuale contro le cadute dall'alto. Sistemi di arresto caduta.
- UNI EN 364 – Dispositivi di protezione individuale contro le cadute dall'alto. Metodi di prova.
- UNI EN 365 – Dispositivi di protezione individuale contro le cadute dall'alto. Requisiti generali per le istruzioni per l'uso e la marcatura.
- UNI EN 367 – Indumenti di protezione. Protezione contro il calore e le fiamme. Metodo di prova: Determinazione della trasmissione di calore mediante esposizione a una fiamma.

4.1.2 *Prescrizioni di carattere generale*

L'appaltatore dovrà sottrarre alla viabilità il minor spazio possibile ed adottare i provvedimenti necessari a rendere sicuro il transito di veicoli e pedoni, nonché l'attività delle maestranze.

Fermi tutti gli obblighi e le responsabilità in materia di prevenzione degli infortuni, l'appaltatore risponde della solidità e stabilità delle armature di sostegno degli scavi ed è tenuto a rinnovare o rinforzare quelle parti delle opere provvisorie che risultassero deboli. L'efficienza delle armature dovrà essere verificata giornalmente. Per entrare ed uscire dalla fossa, si devono utilizzare apposite scale a pioli solidamente disposte, facendosi assoluto divieto di utilizzare gli sbatacchi.

L'appaltatore dovrà contornare, a suo esclusivo carico, tutti gli scavi mediante robusti parapetti, formati con tavole prive di chiodi sporgenti e di scheggiature, da mantenere idoneamente verniciate, ovvero con sbarramenti di altro tipo che garantiscano un'adeguata protezione. In vicinanza delle tranvie, le barriere devono essere tenute a distanza regolamentare, e comunque non inferiore a 80 cm dalle relative sedi.

In corrispondenza dei punti di passaggio dei veicoli e degli accessi alle proprietà private, si costruiranno sugli scavi solidi ponti provvisori muniti di robusti parapetti e – quando siano destinati al solo passaggio di pedoni – di cartelli regolamentari di divieto di transito per i veicoli, collocati alle due estremità. La costruzione, il noleggio e il disfacimento di tali passaggi provvisori e delle loro pertinenze saranno compensati con gli appositi prezzi d'elenco.

Dovranno essere eseguite correttamente le operazioni di blindaggio. Per blindaggio s'intende quell'intervento atto a sostenere le pareti degli scavi ed a preservare l'incolumità del personale addetto alle lavorazioni. Esso sarà costituito da travi-guida metalliche a semplice, doppio o triplo binario da infiggere nel terreno ed atte a ricevere i pannelli scorrevoli. Esse saranno dotate di distanziatori metallici regolabili nel numero e delle dimensioni ricavate da calcolo e quindi variabili a seconda della natura dei terreni e delle profondità di scavo da contrastare e dalla necessità del mantenimento del traffico laterale ai medesimi.

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.

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, alla applicazione delle necessarie armature di sostegno.

Le tavole di rivestimento delle pareti devono sporgere dai bordi degli scavi di almeno 30 centimetri.

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 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 dagli scavi.

L'armatura a cassa chiusa di tipo metallico è trascinata, dalla macchina operatrice, dalla posizione di scavo da ritombare alla posizione di scavo da sostenere e salvaguardare.

Le armature in ferro si distinguono nelle seguenti due tipologie:

- armature con guide semplici o doppie in relazione alla profondità da raggiungere; le guide sono infisse nel terreno per mezzo di un escavatore, tra le quali vengono calati i pannelli d'armatura, dotati di una lama per l'infissione nel terreno e posizionati gli sbatocchi regolabili per la forzatura contro il terreno;
- armature monoblocco, preassemblate, eventualmente sovrapponibili, dotate di sbatocchi

4.1.3 Modalità di esecuzione

L'appaltatore dovrà provvedere all'impianto del cantiere non oltre il termine di 15 (quindici) giorni dalla data del verbale di consegna dei lavori.

4.1.3.1 Recinzione di cantiere

Delimitazione con rete estrusa in polietilene ad alta densità (HDPE, sottoposta in fase produttiva ad un processo di stiro in direzione longitudinale MD che conferisce elevata resistenza a trazione (1.600 kg/m) ed allungamento pari al 15%.

La maglia ha disegno ovoidale di dimensioni 85x30 mm. Il peso unitario è pari a 450 g/m².

Il materiale dovrà essere reso in cantiere in rotoli di lunghezza 30 m ed altezza 1,20 - 1,80 - 2,00 m e dovrà essere, controllato e testato prima dell'utilizzo.

4.1.3.2 Vigilanza di cantiere

Sono a carico dell'appaltatore gli oneri per la vigilanza e guardia del cantiere, nel rispetto dei provvedimenti antimafia, sia diurna che notturna e la custodia di tutti i materiali, impianti e mezzi d'opera esistenti nello

stesso (siano essi di pertinenza dell'appaltatore, dell'amministrazione, o di altre ditte), nonché delle opere eseguite o in corso di esecuzione.

In caso di inosservanza si incorrerà nelle sanzioni previste dal comma 2 del citato art. 22 della legge n. 646/1982.

Tale vigilanza si intende estesa anche al periodo intercorrente tra l'ultimazione ed il collaudo provvisorio, salvo l'anticipata consegna delle opere all'amministrazione appaltante e per le sole opere consegnate.

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

Fermo restando l'obbligo della vigilanza nei periodi eccedenti i termini fissati in precedenza, ne verranno riconosciuti i maggiori oneri sempre che l'appaltatore non richieda ed ottenga di essere sciolto dal contratto.

4.1.3.3 Locali per gli uffici e le maestranze

Sono a carico dell'appaltatore gli oneri per la fornitura di locali uso ufficio (in muratura o prefabbricati) idoneamente rifiniti e forniti dei servizi necessari alla permanenza ed al lavoro di ufficio della direzione dei lavori. Tale ufficio deve essere adeguatamente protetto da dispositivi di allarme e anti-intrusione, climatizzato nonché dotato di strumenti (fax, fotocopiatrice, computer, software, ecc.). I locali saranno realizzati nel cantiere o in luogo prossimo, stabilito o accettato dalla direzione dei lavori, la quale disporrà anche il numero degli stessi e le attrezzature di dotazione. Saranno inoltre idoneamente allacciati alle normali utenze (luce, acqua, fognatura, telefono).

Sono a carico dell'appaltatore gli oneri per la fornitura di locali e strutture di servizio per gli operai, quali tettoie, ricoveri, spogliatoi prefabbricati o meno, e la fornitura di servizi igienico-sanitari in numero adeguato; le spese per gli allacciamenti provvisori, e relativi contributi e diritti, dei servizi di acqua, elettricità, gas, telefono e fognature necessari per il funzionamento del cantiere e l'esecuzione dei lavori, nonché le spese di utenza e consumo relative ai predetti servizi.

4.1.3.4 Attrezzature di pronto soccorso

Sono a carico dell'appaltatore gli oneri per l'approntamento di locali adatti ed attrezzi per pronto soccorso ed infermeria, dotati di tutti i medicinali, gli apparecchi e gli accessori normalmente occorrenti, con particolare riguardo a quelli necessari nei casi di infortunio.

4.1.3.5 Cartelli

Nello spazio per aggiornamento dei dati, devono essere indicate le sospensioni e le interruzioni intervenute nei lavori, le relative motivazioni, le previsioni di ripresa ed i nuovi tempi.

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

4.1.3.6 Oneri per pratiche amministrative

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

In difetto rimane ad esclusivo carico dell'appaltatore ogni eventuale multa o contravvenzione nonché il risarcimento degli eventuali danni.

4.2 PONTEGGI ED OPERE PROVVISORIALI

4.2.1 Normativa applicabile

Si intendono applicate le seguenti norme:

- UNI EN 39 – 12.77: "Tubi di acciaio per ponteggi di servizio. Prescrizioni e prove
- UNI EN 74 – 10.90: "Giunti, spinotti e basette per ponteggi di servizio e di sostegno costruiti con tubi di acciaio. Requisiti e metodi di prova".
- UNI HD 1000 – 06.90: "Ponteggi di servizio con elementi prefabbricati. Materiali, dimensioni, carichi di progetto e requisiti di sicurezza"
- UNI HD 1004 – 06.93: "Torri mobili da lavoro (ponteggi mobili) costituite da elementi prefabbricati. Materiali, componenti, dimensioni, carichi di progetto e requisiti di sicurezza"
- UNI HD 1039 – 09.91: "Tubi di acciaio per ponteggi di sostegno e di servizio. Requisiti, prove".
- "Decreto Legislativo 9 aprile 2008, n. 81 - recante "Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro.".

In generale devono essere rispettate le prescrizioni del piano di sicurezza e di coordinamento, del piano operativo e le indicazioni impartite dal coordinatore per l'esecuzione dei lavori e/o del direttore dei lavori.

Per tutte le norme citate si intendono applicate le successive modifiche ed integrazioni.

4.2.2 Prescrizioni di carattere generale

Tutti i ponteggi, le sbatacchiature, le tamponature, le murature di rinforzo, i puntelli a sostegno ed a ritegno e le altre opere necessarie alla conservazione, anche provvisoria, del manufatto ed alla sicurezza ed

incolumità degli addetti ai lavori, saranno eseguiti nel rispetto delle norme di sicurezza della buona tecnica costruttiva ed ubicati secondo quanto richiesto dalla D.L.

4.2.3 Definizioni

4.2.3.1 Ponteggi fissi:

Omissis

4.2.3.2 Ponteggi mobili

Comprendono: Il montaggio, il nolo per tutto il tempo necessario, lo smontaggio e trasporto, gli spostamenti, il manovratore e carburante dei ponti auto sollevanti, dei cestelli, della piattaforma telescopica articolata auto carrata e dei ponti mobili su ruote, delle relative recinzioni temporanee realizzate in materiali diversi e quant'altro necessario per rendere dette opere perfettamente conformi alla vigente normativa antinfortunistica e in particolare il montaggio e lo smontaggio delle recinzioni temporanee realizzate in materiali diversi durante tutta l'esecuzione dell'opera fino allo smontaggio dei baraccamenti di cantiere e dei materiali di risulta.

L'utilizzo eventuale dei ponteggi mobili ove non previsto in progetto, deve essere specificatamente autorizzato dalla Direzione dei lavori mediante Ordine di Servizio.

Devono intendersi altresì comprese nel corrispettivo a misura e quindi a carico dell'Impresa:

- gli oneri relativi agli adempimenti tecnico amministrativi per l'installazione di ponteggi e recinzioni (disegni dei ponteggi, eventuale progetto, occupazione suolo pubblico, denuncia di impianti di messa a terra ed eventuale protezione dalle scariche atmosferiche, piano di sicurezza, segnalazione notturna, etc.)
- l'eventuale tassa di occupazione del suolo pubblico ed il relativo deposito cauzionale.

4.2.4 Modalità di esecuzione

4.2.4.1 Ponteggi ed impalcature

Omissis

4.2.4.2 Ponteggi metallici (a telaio prefabbricato e/o tubo e giunti):

Omissis

4.2.4.3 Ponteggi metallici autosollevanti

Per l'impiego di dette attrezzature, consistenti in uno o più telai di base sui quali insistono strutture verticali costituite da tronconi reticolari collegati solidamente aventi funzioni di sostegno e guida nei movimenti di salita e discesa, movimenti realizzati attraverso accoppiamenti pignone-cremagliera dell'impalcato

costituente il piano di lavoro, è fatto obbligo ai fabbricanti, ai sensi dell'art. 30 del citato D.P.R., di munirsi di autorizzazione rilasciata in via esclusiva dal Ministero del Lavoro, previo esame delle relazioni tecniche allegata alla richiesta di autorizzazione.

Conseguentemente, qualsiasi altra procedura di controllo, ancorché espletata da amministrazioni o istituti pubblici, deve ritenersi illegittima.

Questa attrezzatura viene generalmente impiegata per lavori di rifinitura, intonacatura e ristrutturazione di facciate di edifici e ambienti ordinari. Le caratteristiche costruttive, il funzionamento e l'impiego devono essere sottoposti sia all'omologazione per il rilascio di libretto e targhetta, che a successive verifiche periodiche. La normativa vigente assimila i ponteggi autosollevanti ai ponteggi metallici fissi, disciplinandoli con il capo V del D.P.R. 164, di conseguenza, per il loro utilizzo è necessaria l'autorizzazione ministeriale, da richiedere per ciascun tipo di ponteggio (art. 30 D.P.R. 164).

L'autorizzazione ministeriale, corredata da istruzioni, schemi e disegni esecutivi, deve essere tenuta in cantiere a disposizione degli organi di vigilanza. (art. 34 D.P.R. 164 – Circolare del Ministero del Lavoro 39/80 del 15.5.1980 "Attrezzature di cui al capo V del D.P.R. 164/56" – Circolare del Ministero del Lavoro 97/87 del 1.9.1987 "Relazioni tecniche per i ponteggi a piani di lavoro autosollevanti. Istruzioni per la compilazione").

Sotto il profilo della sicurezza questo tipo di attrezzatura rientra nel normale insieme di controlli legati alla vigilanza antinfortunistica da parte dei tecnici degli organi preposti, USSL e Ispettorato del Lavoro.

Le principali misure di sicurezza cui riferirsi per i ponteggi metallici autosollevanti fanno capo al D.P.R. 164 in riguardo alle circolari 39/80 e 97/87 e al D.P.R. 547, in riguardo, per la parte elettrica, alle Norme C.E.I.

4.2.4.4 *Parapetti*

A livello strutturale e dimensionale il parapetto, realizzabile in forme e modi diversi, è una protezione verso il vuoto che serve ad impedire la caduta dall'alto. In senso generale, per parapetto si intende una barriera verticale eretta lungo i bordi esposti di una apertura nel suolo o nelle pareti, di un ripiano o di una piattaforma, avente lo scopo di impedire la caduta di persone. Le caratteristiche ed i requisiti di impiego delle varie tipologie di parapetto sono definite dal D. Lgs. 81/08 e le normative UNI citate all'interno del decreto.

È considerata equivalente ad un parapetto qualsiasi altra protezione, quale muro, parete piena di altro materiale, ringhiera, lastra, grigliato, balaustrata e simili, capace di realizzare condizioni di sicurezza contro la caduta verso i lati aperti non inferiori a quelle richieste ed indicate.

4.2.4.5 *Andatoie e passerelle*

Servono per accedere ai luoghi più diversi del cantiere, per superare dislivelli o vuoti, per approdare a piani di lavoro posti a quote diverse. Come nel caso delle altre opere provvisorie, vanno dimensionate, realizzate e mantenute a regola d'arte.

La norma impone una larghezza non minore a cm 60 quando sono destinate solo al transito dei lavoratori; per passare a m 1.20 nel caso del trasporto materiali.

La pendenza non deve superare il 50% (altezza pari a non più della metà della lunghezza) anche se il rapporto del 25% è assai più raccomandabile ai fini della sicurezza. Se la lunghezza supera i m 6-8 debbono essere interrotte da pianerottoli di riposo. Per impedire scivolamenti sulle tavole che compongono il piano di calpestio, vanno fissati listelli trasversali a distanza di passo d'uomo carico, vale a dire cm 40 circa. Andatoie e passerelle vanno sempre munite verso il vuoto di parapetto normale con tavola fermapiè (art. 29 D.P.R. 164).

4.2.4.6 *Ponti su cavalletti*

Possono essere utilizzati esclusivamente per lavori da eseguire al suolo o all'interno degli edifici, soprattutto per opere di muratura, intonacatura e simili. Se di altezza tale da non comportare il rischio di caduta dall'alto è consentito adoperarli senza parapetto. Per altezza si deve intendere quella di possibile caduta e non semplicemente quella del solo cavalletto. L'appaltatore, quindi, sarà tenuto a montare il parapetto anche nei ponti su cavalletti di altezza inferiore a m 2 installati però in prossimità di un dislivello che renda l'altezza della possibile caduta superiore a questa misura.

Sarà tassativamente proibito:

- installarli sugli impalcati del ponteggio;
- realizzare un ponte con più ponti su cavalletti sovrapposti;
- far sostenere il peso delle tavole che compongono il piano di lavoro da appoggi di fortuna, quali pile di mattoni, sacchi di materiale, scale a pioli.

L'appoggio dei cavalletti deve sempre essere garantito da un pavimento o piano solido, compatto e livellato. I piedi dei cavalletti, per conferire maggiore stabilità all'insieme, devono essere irrigiditi con tiranti e diagonali e con quando altro è necessario. Per livellare gli appoggi si deve ricorrere a spessori in legno e non a mattoni o a blocchi di cemento.

La massima distanza consentita fra due cavalletti con tavole da m 4 di cm 30 x 5 è di m 3,60. Per la maggiore sicurezza l'appaltatore dovrà utilizzare in ogni modo un terzo elemento di sostegno centrale; quest'ultimo sarà obbligatorio ove si utilizzino tavole con sezioni inferiori. Senza il terzo cavalletto, infatti, le tavole vengono sollecitate al limite della resistenza.

4.2.4.7 *Ponti a sbalzo*

Nei casi in cui particolari esigenze non permettano l'impiego di un normale ponteggio con montanti poggiati al suolo, l'appaltatore potrà ricorrere all'uso dei cosiddetti ponti a sbalzo solo a condizione che la loro costruzione risponda a rigorosi criteri tecnici, garantendone la solidità, la stabilità e la sicurezza (art. 25 D.P.R. 164).

Per quelli realizzati in legno l'appaltatore utilizzerà i seguenti criteri costruttivi:

- intavolato compatto con parapetto pieno;
- larghezza non maggiore di cm 1,20;
- traversi di sostegno efficacemente ancorati a parti sicure e stabili dell'edificio, poggianti su strutture resistenti e rigidamente collegati fra loro per impedire qualsivoglia spostamento.

Per le mensole metalliche utilizzerà gli stessi principi di assoluta sicurezza, a condizione che gli elementi fissi portanti risultino applicati alla costruzione con bulloni passanti, trattenuti dalla parte interna da dadi e controdadi su piastra o da una chiavella, oppure con altri dispositivi che offrano piena garanzia di resistenza (art. 26 D.P.R. 164).

Per realizzare questo tipo di ponteggio a sbalzo l'appaltatore dovrà elaborare una specifica relazione di calcolo. L'appaltatore dovrà impedire il transito o lo stazionamento sotto i ponti a sbalzo oppure dovrà proteggerlo con l'adozione di misure o di cautele adeguate come, ad esempio, una robusta mantovana aggettante verso l'esterno all'altezza del solaio di copertura del piano terreno (art. 5 D.P.R. 164)

4.2.4.8 *Puntelli*

Sono organi strutturali destinati al sostegno provvisorio totale o parziale delle masse murarie fatiscenti. Potranno essere costruiti in legname, ferro e in calcestruzzo di cemento armato, con travi unici o multipli allo scopo di assolvere funzioni di sostegno e di ritegno.

Per produrre un'azione di sostegno, l'appaltatore, secondo le prescrizioni di progetto, adotterà la disposizione ad asse verticale semplice o doppia, mentre per quella di ritegno affiderà l'appoggio dei due ritti ad un traverso analogo a quello superiore allo scopo di fruire, nel consolidamento provvisorio, del contributo del muro. Nell'azione di ritegno dovrà adottare, in base alla necessità del caso, la disposizione ad asse inclinato o a testa aderente oppure orizzontale o lievemente inclinata.

La scelta del tipo di puntellamento da adottare sarà fatta secondo quanto stabilito dagli elaborati di progetto o ordinato dalla D.L.

Se la massa presidiata per il degrado causato dal dissesto e per anomalie locali non sarà stimata capace di offrire efficace contrasto all'azione localizzata delle teste, dovranno essere adottate tutte le precauzioni ritenute opportune dalla D.L.

Al piede del puntello sarà necessario creare una sede ampia capace di abbassare quanto più possibile i carichi unitari sul terreno al fine di rendere trascurabili le deformazioni.

Nei puntelli di legname verrà, quindi, disposta una platea costituita sia da travi di base che da correnti longitudinali e trasversali. In quelli di cemento armato verrà adottato un plinto disposto sulla muratura.

4.2.4.9 *Centine*

Lo scopo dell'armatura a centina è duplice: attuare un solido sostegno per i materiali fino al compimento dell'opera e fornire l'esatta forma circolare che l'elemento in costruzione dovrà assumere.

L'appaltatore, quindi, dovrà provvedere a costruire l'armatura per la realizzazione di un apparecchio murario curvo (arco, volta o cupola) provvedendo a realizzare sia una parte (centina) che, sufficientemente solida, resisterà al peso dei materiali durante l'esecuzione dell'opera, sia un'altra parte (manto o dossale) che, presentando una superficie identica a quella dell'intradosso della struttura in costruzione, sarà adatta a dare la forma più idonea allo specifico oggetto da realizzare.

In relazione alla natura dell'elemento in costruzione, alla sua forma, al sistema adottato per la centinatura, alla corda dell'arco o della volta, e conformemente a quanto richiesto dagli elaborati di progetto o stabilito dalla direzione dei lavori, l'appaltatore dovrà predisporre le armature conformemente ad uno o più dei seguenti sistemi:

CENTINE FISSE

l'armatura verrà posizionata sopra dei punti di appoggio collocati nell'intervallo delle spalle o piedritti.

CENTINE A SBALZO

l'armatura verrà posizionata esclusivamente alle imposte sulla muratura dei piedritti; in questo caso le centine potranno essere rigide (quando esistono delle catene o dei tiranti orizzontali) o flessibili (in assenza di catene e di tiranti).

CENTINE MISTE

nelle quali l'armatura sarà sostenuta alle imposte ma presenterà anche la possibilità di avere altri sostegni da posizionare nell'intervallo fra i piedritti.

CENTINE SCORREVOLI O GIREVOLI

l'armatura sarà costruita in maniera tale che essa potrà essere facilmente traslata lungo il corso della realizzazione di una volta o ruotata nel caso delle cupole.

L'appaltatore realizzerà le centine, conformemente alle prescrizioni del progetto ed alle indicazioni della D.L, progettando, calcolando ed utilizzando di volta in volta i materiali più idonei per lo specifico utilizzo (legname, metallo, muratura ecc.).

Tutte le riparazioni o le ricostruzioni che si dovessero rendere necessarie per la imperfetta o errata realizzazione delle centine, in seguito anche all'inosservanza delle prescrizioni del presente articolo, saranno a completo carico dell'appaltatore.

4.2.5 Criteri di misurazione

Le armature, centine, puntellature, sbadacchiature, casseri, impalcature, ponteggi e tutte le opere provvisorie di qualunque genere, metalliche od in legname, comunque occorrenti per l'esecuzione di ogni genere di lavoro, dovranno essere realizzate in modo da impedire qualsiasi deformazione di esse e delle opere che debbono sostenere; l'esecuzione, gli spostamenti e lo smontaggi delle predette opere dovranno essere effettuati a cura e spese dell'Appaltatore. La misurazione verrà effettuata a mq di facciata da realizzare;

Il dimensionamento ed il calcolo statico delle opere provvisorie dovranno risultare da apposito progetto da eseguirsi a cura e spese dell'Appaltatore, che dovrà essere consegnato al Direttore dei Lavori prima dell'esecuzione, ciò in particolare per quanto riguarda ponteggi, sostegni provvisori, sbadacchiature.

4.2.6 Criteri di accettazione

L'Appaltatore, in ogni caso, rimane il solo responsabile dei danni alle persone, alle cose, alle proprietà pubbliche e private ed ai lavori per la mancanza od insufficienza delle opere provvisorie, alle quali dovrà provvedere di propria iniziativa ed adottando tutte le cautele necessarie.

Col procedere dei lavori l'Appaltatore potrà recuperare i materiali impiegati nelle opere provvisorie, procedendo, sotto la sua responsabilità, al disarmo di esse come sopra specificati.

Quei materiali che per qualunque causa od a giudizio del Direttore dei Lavori non potessero essere tolti d'opera senza menomare la buona riuscita dei lavori, o che andassero comunque perduti, dovranno essere abbandonati senza che per questo, se non altrimenti disposto, spetti all'Appaltatore alcun compenso.

Le stesse norme e responsabilità valgono per i macchinari, mezzi d'opera, attrezzi e simili, impiegati dall'Appaltatore per l'esecuzione dei lavori, o comunque esistenti in cantiere.

5 MODO DI ESECUZIONE DI OGNI CATEGORIA DI LAVORO E PRESCRIZIONI SPECIALI

I lavori dovranno essere eseguiti a perfetta regola d'arte con l'impiego di materiali della migliore qualità, di pieno gradimento della Direzione dei Lavori, ottemperando a tutte le istruzioni e prescrizioni che, di volta in volta, saranno impartite dalla stessa Direzione dei Lavori in modo che le opere corrispondano perfettamente a tutte le condizioni di progetto e di Capitolato Speciale d'Appalto.

In particolare, per le diverse categorie di lavoro, si prescrive quanto segue:

5.1 MOVIMENTI DI TERRA

5.1.1 Definizioni e classificazioni

I movimenti di terra comprendono le seguenti categorie di lavoro:

- Diserbamento e scorticamento;
- Scavi;
- Rinterri;
- Rilevati.

Nei paragrafi seguenti sono definite le prescrizioni relative a ciascuna categoria di lavoro nonché le prescrizioni ed oneri di carattere generale ed i controlli da eseguire.

5.1.2 *Prescrizioni tecniche particolari*

5.1.2.1 *Diserbamento e scorticamento*

Il diserbamento consiste nella rimozione ed asportazione di erbe, radici, cespugli, piante e alberi.

Lo scorticamento consiste nella rimozione ed asportazione del terreno vegetale, di qualsiasi consistenza e con qualunque contenuto d'acqua.

Nella esecuzione dei lavori l'Impresa dovrà attenersi a quanto segue:

- il diserbamento e lo scorticamento del terreno dovranno sempre essere eseguiti prima di effettuare qualsiasi lavoro di scavo o rilevato;
- tutto il materiale vegetale, inclusi ceppi e radici, dovrà essere completamente rimosso, alterando il meno possibile la consistenza originaria del terreno in sito;
- Il materiale vegetale scavato, se riconosciuto idoneo dalla D.L., previo ordine di servizio, potrà essere utilizzato per il rivestimento delle scarpate; diversamente il materiale scavato dovrà essere trasportato a discarica.

Rimane comunque categoricamente vietata la posa in opera di tale materiale per la costruzione dei rilevati.

La larghezza dello scorticamento ha l'estensione dell'intera area di appoggio e potrà essere continua od opportunamente gradonata secondo i profili e le indicazioni che saranno date dalla D.L. in relazione alle pendenze dei siti di impianto. Lo scorticamento sarà stabilito di norma alla quota di cm 20 al di sotto del piano campagna e sarà ottenuto praticando i necessari scavi di sbancamento tenuto conto della natura e consistenza delle formazioni costituenti i siti di impianto preventivamente accertate anche con l'ausilio di prove di portanza.

5.1.2.2 *Scavi*

Si definisce scavo ogni movimentazione di masse di terreno dal sito originario finalizzata all'impianto di opere costituenti il nastro stradale e le sue pertinenze, quali:

- impianti di rilevati;
- impianti di opere d'arte;
- cunette, accessi, passaggi e rampe, etc.

Gli scavi si distinguono in:

- scavi di sbancamento;
- scavi di fondazione.
- Scavi per tubazioni e manufatti

Gli scavi potranno essere eseguiti a mano, con mezzi meccanici e, ove previsto, con l'impiego di esplosivi.

Nella esecuzione dei lavori di scavo l'Impresa dovrà scrupolosamente rispettare le prescrizioni assumendosene l'onere, e farsi carico degli oneri di seguito elencati a titolo descrittivo e non limitativo:

Profilare le scarpate degli scavi con inclinazioni appropriate in relazione alla natura ed alle caratteristiche fisico-meccaniche del terreno, la cui stabilità dovrà essere accertata con apposite verifiche geotecniche a carico dell'Impresa.

Rifinire il fondo e le pareti dello scavo non provvisoriale secondo quote e pendenze di progetto.

Se il fondo degli scavi risultasse smosso, l'Impresa compatterà detto fondo fino ad ottenere una compattazione pari al 95% della massima massa volumica del secco ottenibile in laboratorio (Prova di compattazione AASHO modificata) (CNR 69 - 1978), (CNR 22 - 1972).

Se negli scavi si superano i limiti assegnati dal progetto, non si terrà conto del maggior lavoro eseguito e l'Impresa dovrà, a sua cura e spese, ripristinare i volumi scavati in più, utilizzando materiali idonei.

Eseguire, ove previsto dai documenti di progetto e/o richiesto dalla D.L., scavi campione con prelievo di saggi e/o effettuazione di prove ed analisi per la definizione delle caratteristiche geotecniche (a totale carico dell'impresa).

Recintare e apporre sistemi di segnaletica diurna e notturna alle aree di scavo.

Provvedere, a proprie cure e spese, con qualsiasi sistema (paratie, palancole, sbadacchiature, puntellamenti, armature a cassa chiusa, etc.), al contenimento delle pareti degli scavi, in accordo a quanto prescritto dai documenti di progetto, ed in conformità alle norme di sicurezza e compensate con i prezzi relativi (sicurezza).

Adottare tutte le cautele necessarie (indagini preliminari, sondaggi, scavi campione, etc.) per evitare il danneggiamento di manufatti e reti interrato di qualsiasi natura; inclusa, ove necessario, la temporanea deviazione ed il tempestivo ripristino delle opere danneggiate o provvisoriamente deviate.

Segnalare l'avvenuta ultimazione degli scavi, per eventuale ispezione da parte della D.L., prima di procedere a fasi di lavoro successive o ricoprimenti.

In caso di inosservanza la D.L. potrà richiedere all'Impresa di rimettere a nudo le parti occultate, senza che questa abbia diritto al riconoscimento di alcun maggior onere o compenso.

Nel caso di impiego di esplosivi, saranno a carico dell'Impresa:

- Il rispetto delle Leggi e normative vigenti, la richiesta e l'ottenimento dei permessi delle competenti Autorità.
- Polvere, micce, detonatori, tutto il materiale protettivo occorrente per il brillamento delle mine, compresa l'esecuzione di fori, fornelli, etc.
- Mezzi, materiali e personale qualificato occorrente, per l'esecuzione dei lavori nel rispetto delle norme di sicurezza vigenti.

- Coordinamento nei tempi di esecuzione, in accordo al programma di costruzione e nel rispetto dei vincoli e delle soggezioni derivanti dalle altre attività in corso e dalle situazioni locali.

I materiali provenienti dagli scavi, in genere, dovranno essere reimpiegati nella formazione dei rilevati o di altre opere in terra.

Il reimpiego sarà subordinato all'esito di prove di idoneità, eseguite a cura dell'Impresa, e sotto il controllo della D.L..

I materiali ritenuti idonei dovranno essere trasportati, a cura e spese dell'Impresa, al reimpiego o, ove necessario, in aree di deposito e custoditi opportunamente.

Se necessario saranno trattati per ridurli alle dimensioni prescritte dalle presenti norme secondo necessità, ripresi e trasportati nelle zone di utilizzo.

I materiali, che, invece, risulteranno non idonei al reimpiego, dovranno essere trasportati, a cura e spesa dell'Impresa, a rifiuto nelle discariche indicate in progetto o individuate in corso d'opera, qualunque sia la distanza, dietro formale autorizzazione della D.L. (ordine di servizio), fatte salve le vigenti norme di legge e le autorizzazioni necessarie da parte degli Enti preposti alla tutela del territorio e dell'ambiente.

L'Impresa, a sua cura e spesa, dovrà ottenere la disponibilità delle aree di discarica e/o di deposito, dei loro accessi, e dovrà provvedere alle relative indennità, nonché alla sistemazione e alla regolarizzazione superficiale dei materiali di discarica secondo quanto previsto in progetto e/o prescritto dall'Ente Concedente la discarica.

Scavi di sbancamento

Sono così denominati i movimenti terra di grande entità eseguiti generalmente all'aperto senza particolari limitazioni sia fuori che in acqua, ovvero gli scavi non chiusi ed occorrenti per:

- apertura della sede stradale;
- apertura dei piazzali e delle opere accessorie;
- gradonature di ancoraggio dei rilevati su pendenze superiori al 20%;
- bonifica del piano di posa dei rilevati;
- spianamento del terreno;
- impianto di opere d'arte;
- taglio delle scarpate di trincee o rilevati;
- formazione o approfondimento di cunette, di fossi e di canali;

Scavi di fondazione

Sono così denominati gli scavi chiusi da pareti, di norma verticali o subverticali, riproducenti il perimetro dell'opera, effettuati al di sotto del piano orizzontale passante per il punto più depresso del terreno lungo il perimetro medesimo.

Questo piano sarà determinato, a giudizio della D.L., o per l'intera area di fondazione o per più parti in cui questa può essere suddivisa, a seconda sia della accidentalità del terreno, sia delle quote dei piani finiti di fondazione.

Gli scavi saranno, a giudizio insindacabile della D.L., spinti alla necessaria profondità, fino al rinvenimento del terreno avente la capacità portante prevista in progetto.

I piani di fondazione saranno perfettamente orizzontali o disposti a gradoni con leggera pendenza verso monte per quelle opere che ricadessero sopra falde inclinate; le pareti saranno verticali od a scarpa.

Gli scavi di fondazione potranno essere eseguiti, ove ragioni speciali non lo vietino, anche con pareti a scarpa aventi la pendenza minore di quella prevista, ma in tal caso non saranno computati né il maggiore scavo di fondazione e di sbancamento eseguito di conseguenza né il conseguente maggior volume di riempimento.

E' vietato all'Impresa, sotto pena di demolire il già fatto, di porre mano alle murature o ai getti prima che la D.L. abbia verificato ed accettato i piani di fondazione.

L'Impresa dovrà provvedere, a sua cura e spese, al riempimento con materiali idonei dei vuoti residui degli scavi di fondazione intorno alle murature ed al loro costipamento fino alla quota prevista.

Per gli scavi di fondazione si applicheranno le norme previste dal D.M. 11/3/1988 (S.O. alla G.U. 1/6/1988n. 127; Circ. Serv. Tecnico Centrale LL. PP. del 24/09/1988 n° 30483) e successivi aggiornamenti.

Gli scavi di fondazione saranno considerati scavi subacquei solo se eseguiti a profondità maggiore di 20 cm sotto il livello costante a cui si stabilizzano le acque eventualmente esistenti nel terreno.

Gli esaurimenti d'acqua dovranno essere eseguiti con i mezzi più opportuni per mantenere costantemente asciutto il fondo dello scavo e tali mezzi dovranno essere sempre in perfetta efficienza, nel numero e con le portate e le prevalenze necessarie e sufficienti per garantire la continuità del prosciugamento.

Resta comunque inteso che, nell'esecuzione di tutti gli scavi, l'Impresa dovrà provvedere di sua iniziativa ed a sua cura e spese ad assicurare il naturale deflusso delle acque che si riscontrassero scorrenti sulla superficie del terreno, allo scopo di evitare che esse si versino negli scavi.

Provvederà, a sua cura e spesa, a togliere ogni impedimento, ogni causa di rigurgito che si opponesse così al regolatore deflusso delle acque, anche ricorrendo alla apertura di canali fugatori; analogamente l'Impresa dovrà adempiere agli obblighi previsti dalle leggi (decreto legislativo 11 maggio 1999, n. 152 e successivi aggiornamenti ed integrazioni, leggi regionali emanate in applicazione del citato decreto) in ordine alla tutela delle acque dall'inquinamento, all'espletamento delle pratiche per l'autorizzazione allo scarico nonché all'eventuale trattamento delle acque.

Scavi per tubazioni e manufatti

Lo scavo per la posa delle condutture in genere dovrà essere regolato in modo che l'appoggio del tubo si trovi alla profondità indicata nei profili di posa o al momento della consegna, salvo quelle maggiori

profondità che si rendessero necessarie in conseguenza dell'andamento altimetrico del terreno e delle esigenze di posa.

Il terreno di risulta dello scavo per quanto riguarda lo strato superficiale di terra vegetale costituente la parte coltivabile del terreno stesso, dovrà essere accumulato separatamente dagli altri tipi di terreno di risulta lungo lo scavo stesso se possibile, oppure su depositi indicati dall'Amministrazione.

Gli scavi per la posa delle condutture saranno eseguiti con i mezzi d'opera che l'appaltatore riterrà più convenienti con la minima larghezza compatibile con la natura delle terre e col diametro esterno del tubo, ricavando opportuni allargamenti e nicchie in corrispondenza delle camerette.

É in facoltà della Direzione Lavori di ordinare che gli scavi siano eseguiti completamente a mano e cioè senza l'impiego di mezzi meccanici ogni qualvolta lo scavo a mano garantisca la realizzazione di economie sul ripristino di manti stradali.

Il fondo dello scavo verrà regolato secondo la prescritta livelletta. Sorgendo dell'acqua di infiltrazione dal terreno circostante o raccogliendosi nel cavo in caso di pioggia, l'impresa é obbligata ad eseguire a tutte sue spese, con adeguata attrezzatura, gli esaurimenti necessari.

Qualora per la qualità del terreno o altro motivo fosse necessario puntellare, sbadacchiare od armare le pareti degli scavi, l'impresa dovrà provvedervi di propria iniziativa, adottando tutte le precauzioni occorrenti per impedire i franamenti e restando in ogni caso unica responsabile di eventuali danni alle persone ed alle cose.

É a carico dell'Impresa il carico, trasporto e scarico a rifiuto del materiale eccedente in discariche o se richiesto dall'Amministrazione Appaltante in luoghi indicati dalla stessa entro il territorio comunale, intendendosi per materiale eccedente quello relativo al volume dei manufatti e condotte inseriti nello scavo e della fondazione e pavimentazione stradale ivi compreso l'aumento di volume del materiale stesso dovuto allo scavo.

Se il terreno d'appoggio del tubo e quello di rinterro non risultasse idoneo questo, su benestare della Direzione Lavori, sarà rimosso e sostituito con materiale adatto, la cui fornitura in opera sarà pagata a prezzi di elenco. Il materiale di rifiuto relativo al terreno d'appoggio e di rinterro dovrà essere trasportato in discarica.

Per la continuità del transito si costruiranno adeguati ponti provvisori, salvo accordi che potessero intervenire fra impresa ed interessati per una temporanea sospensione del transito.

In particolare l'impresa dovrà curare le necessarie segnalazioni, le quali durante la notte saranno luminose e se occorre custodite. In caso di inevitabili interruzioni di qualche tratto di strada saranno disposti opportuni avvisi.

In ogni modo l'impresa dovrà rendere possibile in posizioni opportune lo scambio di veicoli. L'impresa assume la completa responsabilità di eventuali danni a persone o cose derivanti dalla mancata o insufficiente osservanza delle prescrizioni o cautele necessarie.

Per l'inizio dei lavori, per la manomissione delle strade e piazze, per la conservazione del transito sulle strade e sui marciapiedi, per la continuità degli scoli d'acqua, per la difesa degli scavi, per l'incolumità delle persone e per tutto quanto possa avere riferimento ad occupazioni provvisorie che vadano a determinarsi sulle aree pubbliche o private e per quanto concerne la demolizione e la ricostruzione delle pavimentazioni stradali, l'impresa deve ottenere l'approvazione della Direzione Lavori ed anche il preventivo consenso delle Autorità competenti e dei privati proprietari ed attenersi alle prescrizioni degli stessi, senza diritto a particolari compensi anche nel caso di ritardo delle autorizzazioni e dei consensi.

È pure a carico dell'impresa la compilazione dei disegni, delle domande e degli atti necessari per ottenere le autorizzazioni ad eseguire i lavori dalle Autorità ed Enti competenti ed ai privati proprietari. I disegni, le domande e gli atti dovranno essere presentati alla Direzione Lavori con modalità e nel numero di copie che verranno richieste dalla stessa entro e non oltre 30 giorni dalla data dell'aggiudicazione dei lavori.

Qualora sia previsto l'insediamento della tubazione della fognatura nelle banchine stradali, l'impresa dovrà procedere alla formazione dei cavi per tratti sufficientemente brevi disponendo e concentrando i mezzi d'opera in modo da rendere minimo per ogni singolo tratto il tempo di permanenza con scavo aperto.

Lo sviluppo di tali tratti verrà tassativamente indicato di volta in volta dalla Direzione dei Lavori.

In particolare si fa obbligo all'appaltatore di attenersi scrupolosamente alle disposizioni date, per tramite della Direzione Lavori, dalle Amministrazioni (Comune, Provincia, A.N.A.S., ecc.) investita dalla sorveglianza e manutenzione della strada interessata ai lavori.

L'impresa è tenuta ad assumere a sua cura e spese tutte le notizie alle opere sotterranee di qualsiasi natura che possano interessare l'esecuzione degli scavi e la successiva posa in opera di tubi anche per quanto concerne le norme di rispetto, dovrà poi consegnare un elaborato dal quale risulti la posizione plano-altimetrica delle predette opere.

Pertanto saranno a suo carico gli eventuali incidenti e guasti provocati alle opere stesse, anche se dipendenti da mancata o errata segnalazione, nonché i rifacimenti conseguenti al mancato rispetto delle norme. Sarà pure a carico dell'impresa l'accordo con gli Enti proprietari delle tubazioni o cavi per gli attraversamenti e parallelismi.

In caso di tubazioni o cavi, che possono comportare danni ai lavoratori o terzi quali tubazioni gas o cavi ENEL l'impresa dovrà dimostrare alla Direzione Lavori prima di intraprendere i lavori, di avere concordato le modalità di lavoro con gli Enti proprietari; comunque l'impresa ha l'intera e piena responsabilità per eventuali incidenti che dovessero accadere.

5.1.2.3 Rinterri e/o bonifiche

Per rinterri si intendono i lavori di:

- bonifica di zone di terreno non idoneo, al disotto del piano di posa di manufatti e rilevati, effettuata mediante sostituzione dei terreni esistenti con materiale idoneo;

- riempimento di scavi relativi a fondazioni, trincee, cunicoli, pozzetti, etc. eseguiti in presenza di manufatti;
- sistemazione superficiale eseguita con o senza apporto di materiale.

Bonifica

a) La bonifica del terreno di appoggio del rilevato, nell'accezione più generale, dovrà essere eseguita in conformità alle previsioni di progetto, ed ogni qualvolta nel corso dei lavori si dovessero trovare zone di terreno non idoneo e/o comunque non conforme alle specifiche di progetto.

Pertanto il terreno in sito, per la parte di scadenti caratteristiche meccaniche o contenente notevoli quantità di sostanze organiche, dovrà essere sostituito con materiale selezionato appartenente ai gruppi (CNR-UNI 10006):

- A1, A3 se proveniente da cave di prestito; nel caso in cui il materiale appartenga al gruppo A3, deve presentare un coefficiente di uniformità (D_{60}/D_{10}) maggiore o uguale a 7;
- A1, A2-4, A2-5, A3, se proveniente dagli scavi; il materiale appartenente al gruppo A3 deve presentare un coefficiente di uniformità (D_{60}/D_{10}) maggiore o uguale a 7;

Il materiale dovrà essere messo in opera a strati di spessore non superiore a 50 cm (materiale sciolto) e compattato fino a raggiungere il 95% della massa volumica del secco massima ottenuta attraverso la prova di compattazione AASHTO modificata (CNR 69 - 1978), (CNR 22 - 1972).

Per il materiale dei gruppi A2-4 e A2-5, gli strati dovranno avere spessore non superiore a 30 cm (materiale sciolto).

Il modulo di deformazione dovrà risultare non inferiore a 20 MPa (nell'intervallo di carico compreso tra 0,05 e 0,15 N/mm²)

b) Nel caso in cui la bonifica di zone di terreno di cui al punto a) debba essere eseguita in presenza d'acqua, l'Impresa dovrà provvedere ai necessari emungimenti per mantenere costantemente asciutta la zona di scavo da bonificare fino ad ultimazione dell'attività stessa.

Rinterri

Per il rinterro degli scavi relativi a fondazioni e manufatti in calcestruzzo dovrà utilizzarsi materiale selezionato appartenente esclusivamente ai gruppi A1 ed A3 (UNI-CNR 10006) opportunamente compattato; il materiale appartenente al gruppo A3 dovrà presentare un coefficiente di uniformità (D_{60}/D_{10}) maggiore o uguale a 7;

Il rinterro di scavi relativi a tubazioni interrato e cavi elettrici sarà effettuato con materiali sabbiosi (o comunque con materiali che durante l'operazione di rinterro non danneggino dette installazioni).

In linea di massima i materiali da utilizzare in detti rinterri saranno specificati sui disegni costruttivi.

Sistemazione superficiale

La sistemazione delle aree superficiali dovrà essere effettuata con materiali selezionati appartenenti esclusivamente ai gruppi A1 ed A3 (UNI-CNR 10006), con spandimento a strati opportunamente compattato fino a raggiungere il 95% della massa volumica del secco massima ottenuta con energia AASHO modificata (CNR 69 - 1978), (CNR 22 - 1972), procedendo alla regolarizzazione delle pendenze secondo le indicazioni del progetto.

Il materiale appartenente al gruppo A3 dovrà presentare un coefficiente di uniformità (D_{60}/D_{10}) maggiore o uguale a 7.

5.1.2.4 Rilevati

Con il termine "rilevati" sono definite tutte le opere in terra destinate a formare il corpo stradale, le opere di presidio, i piazzali, nonché il piano d'imposta delle pavimentazioni.

Formazione del rilevato - Generalità, caratteristiche e requisiti dei materiali

Si considerano separatamente le seguenti categorie di lavori:

- Rilevati stradali;
- Rilevati realizzati in terra rinforzata;

La classificazione delle terre e la determinazione del loro gruppo di appartenenza sarà conforme alle norme CNR 10006

Rilevati stradali

I rilevati saranno eseguiti con le esatte forme e dimensioni indicate nei disegni di progetto e non dovranno superare la quota del piano di appoggio della fondazione stradale (sottofondo). Nella formazione dei rilevati saranno innanzitutto impiegate le materie provenienti da scavi di sbancamento, di fondazione od in galleria.

Impiego di terre appartenenti ai gruppi A1, A2-4, A2-5, A3

Dovranno essere impiegati materiali appartenenti ai gruppi A1, A2-4, A2-5, A3, il materiale appartenente al gruppo A3 dovrà presentare un coefficiente di uniformità (D_{60}/D_{10}) maggiore o uguale a 7.

Per l'ultimo strato di 30 cm dovranno essere impiegati materiali appartenenti esclusivamente ai gruppi A1-a e A3 (per le terre appartenenti al gruppo A3 vale quanto già detto in precedenza).

I materiali impiegati dovranno essere del tutto esenti da frazioni o componenti vegetali, organiche e da elementi solubili, gelivi o comunque instabili nel tempo, non essere di natura argillo-scistosa nonché alterabili o molto fragili.

L'impiego di rocce frantumate è ammesso nella restante parte del rilevato, se di natura non geliva, se stabili con le variazioni del contenuto d'acqua e se tali da presentare pezzature massime non eccedenti i 20 cm, nonché di soddisfare i requisiti già precedentemente richiamati.

Di norma la dimensione delle massime pezzature ammesse non dovrà superare i due terzi dello spessore dello strato compattato.

Il materiale a pezzatura grossa (compreso tra i 7,1 ed i 20 cm) deve essere di pezzatura disuniforme e non deve costituire più del 30% del volume del rilevato; in particolare dovrà essere realizzato un accurato intasamento dei vuoti, in modo da ottenere, per ogni strato, una massa ben assestata e compattata.

Nel caso si utilizzino rocce tufacee, gli scapoli dovranno essere frantumati completamente, con dimensioni massime di 10 cm.

A compattazione avvenuta i materiali dovranno presentare una massa volumica del secco pari o superiore al 90% della massa volumica del secco massima individuata dalle prove di compattazione AASHO Mod. (CNR 69 - 1978), (CNR 22 - 1972), e/o un modulo di deformabilità non minore di 20 MPa (nell'intervallo di carico compreso tra 0.05 e 0.15 N/mm²) (CNR 146 - 1992) , salvo per l'ultimo strato di 30 cm costituente il piano di posa della fondazione della pavimentazione, che dovrà presentare un grado di costipamento pari o superiore al 95% e salvo diverse e più restrittive prescrizioni motivate, in sede di progettazione, dalla necessità di garantire la stabilità del rilevato e della pavimentazione stradale in trincea, il modulo di deformazione al primo ciclo di carico su piastra (diametro 30 cm) dovrà risultare non inferiore a:

- 50 MPa: nell'intervallo compreso tra 0,15 – 0,25 da N/mm² sul piano di posa della fondazione della pavimentazione stradale sia in rilevato che in trincea;
- 20 MPa: nell'intervallo compreso tra 0,05 – 0,15 N/mm² sul piano di posa del rilevato posto a 1,00 m da quello della fondazione della pavimentazione stradale;
- 15 MPa: nell'intervallo compreso tra 0,05 – 0,15 N/mm² sul piano di posa del rilevato posto a 2,00 m, o più, da quello della fondazione della pavimentazione stradale.

La variazione di detti valori al variare della quota dovrà risultare lineare.

Per altezze di rilevato superiori a 2 m potranno essere accettati valori inferiori a 15 MPa sempre che sia garantita la stabilità dell'opera e la compatibilità dei cedimenti, sia totali che differenziali, e del loro decorso nel tempo.

Le caratteristiche di deformabilità dovranno essere accertate in modo rigoroso e dovranno essere garantite, anche a lungo termine, nelle condizioni climatiche e idrogeologiche più sfavorevoli

Su ciascuna sezione trasversale i materiali impiegati per ciascuno strato dovranno essere dello stesso gruppo.

Nel caso di rilevati aventi notevole altezza, dovranno essere realizzate banchine di scarpata della larghezza di 2 m a quota idonea e comunque ad una distanza verticale dal ciglio del rilevato non superiore a 6 m.

Le scarpate dovranno avere pendenze non superiori a quelle previste in progetto ed indicate nei corrispondenti elaborati.

Quando siano prevedibili cedimenti del piano di appoggio dei rilevati superiori ai 15 cm, l'Impresa sottoporrà alla D.L. un piano per il controllo dell'evoluzione dei cedimenti.

La posa in opera delle apparecchiature necessarie a tale scopo e il rilevamento dei cedimenti saranno eseguite a cura e spese dell'impresa in accordo con la D.L..

In ogni caso l'Impresa dovrà provvedere a reintegrare i maggiori volumi di rilevato per il raggiungimento della quota di progetto ad avvenuto esaurimento dei cedimenti.

La costruzione del rilevato dovrà essere programmata in maniera tale che il cedimento residuo da scontare, terminati i lavori, non sia superiore al 10% del cedimento teorico a fine consolidazione e comunque non superiore ai 5 cm.

Ogni qualvolta i rilevati dovranno poggiare su declivi con pendenza superiore al 20%, ultimata l'asportazione del terreno vegetale e fatta eccezione per diverse e più restrittive prescrizioni derivanti dalle specifiche condizioni di stabilità globale del pendio, si dovrà procedere all'esecuzione di una gradonatura con banche in leggera contropendenza (1% - 2%) e alzate verticali contenute in altezza.

Nel caso di allargamento di un rilevato esistente, si dovrà ritagliare, con ogni cautela, a gradoni orizzontali il terreno costituente il corpo del rilevato sul quale verrà addossato il nuovo materiale, con la cura di procedere per fasi, in maniera tale da far seguire ad ogni gradone (altezza massima 50 cm) la stesa del corrispondente nuovo strato, di analoga altezza ed il suo costipamento, consentendo nel contempo l'eventuale viabilità del rilevato esistente. L'operazione di gradonatura sarà preceduta dalla rimozione dello strato di terreno vegetale a protezione del rilevato esistente, che sarà accantonato se ritenuto idoneo o portato a rifiuto se inutilizzabile.

Anche il materiale di risulta proveniente dallo scavo dei gradoni al di sotto della coltre vegetale superficiale, sarà accantonato se ritenuto idoneo e riutilizzato per la costruzione del nuovo rilevato, o portato a rifiuto se inutilizzabile.

Impiego di terre appartenenti ai gruppi A2-6, A2-7

Saranno impiegate terre appartenenti ai gruppi A2-6, A2-7, solo se provenienti dagli scavi e previste nel progetto.

Il loro utilizzo è previsto per la formazione di rilevati, soltanto al di sotto di 2,0 m dal piano di posa della fondazione della pavimentazione stradale, previa predisposizione di uno strato anticapillare di spessore non inferiore a 30 cm.

Il grado di costipamento e la umidità con cui costipare i rilevati formati con materiale dei gruppi in oggetto, dovranno essere preliminarmente determinati dall'Impresa e sottoposti alla approvazione della Direzione Lavori, attraverso una opportuna campagna sperimentale.

In ogni caso lo spessore degli strati sciolti non dovrà superare 30 cm ed il materiale dovrà essere convenientemente disaggregato.

Impiego di terre appartenenti ai gruppi A4, A5, A6, A7

Per quanto riguarda le terre provenienti da scavi di sbancamento e di fondazione appartenenti ai gruppi A4, A5, A6, A7 si esaminerà, di volta in volta, l'eventualità di portarlo a rifiuto ovvero di utilizzarlo previa idonea correzione (a calce e/o cemento), attraverso una opportuna campagna sperimentale.

I rilevati con materiali corretti potranno essere eseguiti dietro ordine della Direzione dei Lavori solo quando vi sia la possibilità di effettuare un tratto completo di rilevato ben definito delimitato tra due sezioni trasversali del corpo stradale.

In ogni caso lo spessore degli strati sciolti non dovrà superare 30 cm.

Generalità

Fintanto che non siano state esaurite, per la formazione dei rilevati, tutte le disponibilità dei materiali idonei proveniente dagli scavi di sbancamento, di fondazione od in galleria, le eventuali cave di prestito che l'Impresa volesse aprire, ad esempio per economia dei trasporti, saranno a suo totale carico. L'Impresa non potrà quindi pretendere sovrapprezzi, né prezzi diversi da quelli stabiliti in elenco per la formazione dei rilevati con utilizzazione di materie provenienti dagli scavi di trincea, opere d'arte ed annessi stradali, qualora, pur essendoci disponibilità ed idoneità di queste materie scavate, essa ritenesse di sua convenienza, per evitare rimaneggiamenti o trasporti a suo carico, di ricorrere, in tutto o in parte, a cave di prestito.

Qualora, una volta esauriti i materiali provenienti dagli scavi ritenuti idonei in base a quanto precedentemente riportato, occorressero ulteriori quantitativi di materie per la formazione dei rilevati, l'Impresa potrà ricorrere al prelevamento di materie da cave di prestito, sempre che abbia preventivamente richiesto ed ottenuto l'autorizzazione da parte della Direzione dei Lavori.

È fatto obbligo all'Impresa di indicare le cave, dalle quali essa intende prelevare i materiali per la costruzione dei rilevati, alla Direzione dei Lavori che si riserva la facoltà di fare analizzare tali materiali dal Centro Sperimentale dell'ANAS di Cesano (Roma) o presso altri Laboratori ufficiali, sempre a spese dell'Impresa.

Solo dopo che vi sia stato l'assenso della Direzione dei Lavori per l'utilizzazione della cava, l'Impresa è autorizzata a sfruttare la cava per il prelievo dei materiali da portare in rilevato. L'accettazione della cava da parte della Direzione dei Lavori non esime l'Impresa dall'assoggettarsi, in ogni periodo di tempo, all'esame delle materie che dovranno corrispondere sempre a quelle di prescrizione e pertanto, ove la cava in seguito non si dimostrasse capace di produrre materiale idoneo per una determinata lavorazione, essa non potrà più essere coltivata.

Per quanto riguarda le cave di prestito l'Impresa, dopo aver ottenuto la necessaria autorizzazione da parte degli enti preposti alla tutela del territorio, è tenuta a corrispondere le relative indennità ai proprietari di tali cave e a provvedere a proprie spese al sicuro e facile deflusso delle acque che si raccogliessero nelle cave stesse, evitando nocivi ristagni e danni alle proprietà circostanti e sistemando convenientemente le relative scarpate, in osservanza anche a quanto è prescritto dall'art. 202 del T.U. delle leggi sanitarie 27 luglio 1934, n. 1265 e delle successive modifiche; dal T.U. delle leggi sulla bonifica dei terreni paludosi 30 dicembre 1923, n.3267, successivamente assorbito dal testo delle norme sulla Bonifica Integrale approvato con R.D.13 febbraio 1933, n. 215 e successive modifiche.

Rilevati rinforzati

Dovranno essere impiegati esclusivamente materiali appartenenti ai gruppi A1 e A3; il materiale appartenente al gruppo A3 dovrà presentare un coefficiente di uniformità maggiore o uguale a 7, e comunque con pezzatura massima non superiore 71 mm, A2-4 e A2-6. Prevedendosi l'uso di rinforzi (metallici, con l'impiego di geotessili, ecc.) per i materiali impiegati dovranno essere preliminarmente verificate le seguenti condizioni:

- contenuto in sali;
- solfuri, del tutto assenti;
- solfati, solubili in acqua, minori di 500 mg/kg;
- cloruri, minori di 100 mg/kg;
- pH compreso tra 5 e 10;
- resistività elettrica superiore a 1.000 ohm x cm per opere all'asciutto, superiore a 3.000 ohm x cm per opere immerse in acqua.

La compattazione di detti materiali dovrà risultare tale da garantire una massa volumica del secco misurata alla base di ciascuno strato, non inferiore al 95% della massa volumica del secco massima individuata mediante la prova AASHO Mod (CNR 69 - 1978), (CNR 22 - 1972), ed il modulo di deformabilità (CNR 146 - 1992) non dovrà essere inferiore ai 20 MPa, nell'intervallo di carico tra 0,05 – 0,15 N/mm².

COSTRUZIONE DEL RILEVATO

Formazione dei piani di posa dei rilevati e della sovrastruttura stradale in trincea o in rilevato (sottofondo).

Salvo diverse e più restrittive prescrizioni motivate in sede di progettazione dalla necessità di garantire la stabilità del rilevato e della sovrastruttura stradale in trincea o in rilevato, il modulo di deformazione al primo ciclo di carico su piastra (diametro 30 cm) (CNR 146 - 1992) dovrà risultare non inferiore a:

- 50 MPa: nell'intervallo compreso tra 0,15 – 0,25 N/mm² sul piano di posa della fondazione della pavimentazione stradale (sottofondo) sia in rilevato sia in trincea;
- 20 MPa: nell'intervallo compreso tra 0,05 – 0,15 N/mm² sul piano di posa del rilevato posto a 1,00 m al di sotto di quello della fondazione della pavimentazione stradale;
- 15 MPa: nell'intervallo compreso tra 0,05 – 0,15 N/mm² sul piano di posa del rilevato posto a 2,00 m, o più, da quello della fondazione della pavimentazione stradale.

La variazione di detti valori al variare della quota dovrà risultare lineare.

Per altezze di rilevato superiori a 2 m potranno essere accettati valori inferiori a 15 MPa sempre che sia garantita la stabilità dell'opera e la compatibilità dei cedimenti, sia totali, sia differenziali, e del loro decorso nel tempo.

Le caratteristiche di deformabilità dovranno essere accertate con prove rigorose che dovranno essere garantite, anche a lungo termine, nelle condizioni climatiche e idrogeologiche più sfavorevoli; si fa esplicito riferimento a quei materiali a comportamento "instabile" (collassabili, espansivi, gelivi, etc.) per i quali la

determinazione del modulo di deformazione sarà affidata a prove speciali (edometriche, di carico su piastra in condizioni sature ecc.).

Il conseguimento dei valori minimi di deformabilità sopra indicati sarà ottenuto compattando il fondo dello scavo mediante rullatura eseguita con mezzi consoni alla natura dei terreni in posto.

A rullatura eseguita la massa volumica in sito dovrà risultare come segue:

- almeno pari al 90% della massa volumica massima AASHO modificata (CNR 69 - 1978), (CNR 22 - 1972), sul piano di posa dei rilevati;
- almeno pari al 95% della massa volumica massima AASHO modificata (CNR 69 - 1978), (CNR 22 - 1972), sul piano di posa della fondazione della sovrastruttura stradale.

Laddove le peculiari caratteristiche dei terreni in posto (materiali coesivi o semicoesivi, saturi o parzialmente saturi) rendessero inefficace la rullatura e non si pervenisse a valori del modulo di deformazione accettabili e compatibili con la funzionalità e la sicurezza del manufatto la Direzione Lavori, sentito il Progettista, potrà ordinare un intervento di bonifica di adeguato spessore, con l'impiego di materiali idonei adeguatamente miscelati e compattati.

Strato di transizione (Rilevato-Terreno)

Quando previsto in progetto, in relazione alle locali caratteristiche idrogeologiche, alla natura dei materiali costituenti il rilevato, allo scopo di migliorare le caratteristiche del piano di imposta del rilevato, verrà eseguita:

- la stesa di uno strato granulare con funzione anticapillare;
- la stesa di uno strato di geotessile "non tessuto".

Strato granulare anticapillare

Lo strato dovrà avere uno spessore compreso tra 0,3-0,5 m; sarà composto di materiali aventi granulometria assortita da 2 a 50 mm, con passante al vaglio da 2 mm non superiore al 15% in peso e comunque con un passante al vaglio UNI 0,075 mm non superiore al 3%.

Il materiale dovrà risultare del tutto esente da componenti instabili (gelivi, solubili, etc.) e da resti vegetali; è ammesso l'impiego di materiali frantumati.

Telo Geotessile "tessuto non tessuto"

Lo strato di geotessile da stendere sul piano di posa del rilevato dovrà essere del tipo non tessuto in polipropilene.

Il geotessile dovrà essere del tipo "a filo continuo" prodotto per estrusione del polimero. Dovrà essere composto al 100% da polipropilene di prima scelta (con esclusione di fibre riciclate), agglomerato con la metodologia dell'agugliatura meccanica, al fine di evitare la termofusione dei fili costituenti la matrice del geotessile.

Non dovranno essere aggiunte, per la lavorazione, resine o altre sostanze collanti.

POLIPROPILENE	
Massa volumica (g/cm ³)	0,90
Punto di rammollimento (K)	413
Punto di fusione (K)	443 ÷ 448
Punto di umidità % (al 65% di umidità relativa)	0,04
Resistenza a trazione (N/5 cm)	1900

Il geotessile dovrà essere imputrescibile, resistente ai raggi ultravioletti, ai solventi, alle reazioni chimiche che si instaurano nel terreno, all'azione dei microrganismi ed essere antinquinante.

Dovrà essere fornito in opera in rotoli di larghezza la più ampia possibile in relazione al modo d'impiego.

Il piano di stesa del geotessile dovrà essere perfettamente regolare.

Dovrà essere curata la giunzione dei teli mediante sovrapposizione di almeno 30 cm nei due sensi longitudinale e trasversale.

I teli non dovranno essere in alcun modo esposti al diretto passaggio dei mezzi di cantiere prima della loro totale copertura con materiale da rilevato per uno spessore di almeno 30 cm.

Stesa dei materiali

La stesa del materiale dovrà essere eseguita con sistematicità per strati di spessore costante e con modalità e attrezzature atte a evitare segregazione, brusche variazioni granulometriche e del contenuto d'acqua.

Durante le fasi di lavoro si dovrà garantire il rapido deflusso delle acque meteoriche conferendo sagomature aventi pendenza trasversale non inferiore al 2%. In presenza di strati di rilevati rinforzati, o di muri di sostegno in genere, la pendenza trasversale sarà contrapposta ai manufatti.

Ciascuno strato potrà essere messo in opera, pena la rimozione, soltanto dopo avere certificato mediante prove di controllo l'idoneità dello strato precedente.

Lo spessore dello strato sciolto di ogni singolo strato sarà stabilito in ragione delle caratteristiche dei materiali, delle modalità di compattazione e della finalità del rilevato.

Lo spessore non dovrà risultare superiore ai seguenti limiti:

- 50 cm per rilevati formati con terre appartenenti ai gruppi A1, A2-4, A2-5, A3 o con rocce frantumate;
- 40 cm per rilevati in terra rinforzata;
- 30 cm per rilevati eseguiti con terre appartenenti ai gruppi A2-6, A2-7.

Per i rilevati eseguiti con la tecnica della terra rinforzata e in genere per quelli delimitati da opere di sostegno rigide o flessibili (quali gabbioni) sarà tassativo che la stesa avvenga sempre parallelamente al paramento esterno.

La compattazione potrà aver luogo soltanto dopo aver accertato che il contenuto d'acqua delle terre sia prossimo ($\pm 1,5\%$ circa) a quello ottimo determinato mediante la prova AASHO Modificata (CNR 69 - 1978).

Se tale contenuto dovesse risultare superiore, il materiale dovrà essere essiccato per aerazione; se inferiore, l'aumento sarà conseguito per umidificazione e con modalità tali da garantire una distribuzione uniforme entro l'intero spessore dello strato.

Le attrezzature di costipamento saranno lasciate alla libera scelta dell'Impresa ma dovranno comunque essere atte ad esercitare sul materiale, a seconda del tipo di esso, una energia costipante tale da assicurare il raggiungimento del grado di costipamento prescritto e previsto per ogni singola categoria di lavoro.

Il tipo, le caratteristiche e il numero dei mezzi di compattazione nonché le modalità esecutive di dettaglio (numero di passate, velocità operativa, frequenza) dovranno essere sottoposte alla preventiva approvazione della Direzione Lavori.

La compattazione dovrà essere condotta con metodologia atta ad ottenere un addensamento uniforme; a tale scopo i rulli dovranno operare con sistematicità lungo direzioni parallele garantendo una sovrapposizione fra ciascuna passata e quella adiacente pari almeno al 10% della larghezza del rullo.

Per garantire una compattazione uniforme lungo i bordi del rilevato le scarpate dovranno essere riprofilate, una volta realizzata l'opera, rimuovendo i materiali eccedenti la sagoma. In presenza di paramenti flessibili e murature laterali, la compattazione a tergo delle opere dovrà essere tale da escludere una riduzione nell'addensamento e nel contempo il danneggiamento delle opere stesse.

Le terre trasportate mediante autocarri o mezzi simili non dovranno essere scaricate direttamente a ridosso delle murature, ma dovranno essere depositate in loro vicinanza e successivamente predisposte in opera con mezzi adatti, per la formazione degli strati da compattare.

Si dovrà inoltre evitare di realizzare rilevati e/o rinterri in corrispondenza di realizzazioni in muratura che non abbiano raggiunto le sufficienti caratteristiche di resistenza.

Nel caso di inadempienza delle prescrizioni precedenti sarà fatto obbligo all'appaltatore, ed a suo carico, di effettuare tutte le riparazioni e ricostruzioni necessarie per garantire la sicurezza e la funzionalità dell'opera.

Inoltre si dovrà evitare che i grossi rulli vibranti operino entro una distanza inferiore a 1,5 m dai paramenti della terra rinforzata o flessibili in genere.

A tergo dei manufatti si useranno mezzi di compattazione leggeri quali piastre vibranti, rulli azionati a mano, provvedendo a garantire i requisiti di deformabilità e addensamento richiesti anche operando su strati di spessore ridotto.

Nella formazione di tratti di rilevato rimasti in sospeso per la presenza di tombini, canali, cavi, ecc. si dovrà garantire la continuità con la parte realizzata impiegando materiali e livelli di compattazione identici.

A ridosso delle murature dei manufatti la D.L. ha facoltà di ordinare la stabilizzazione a cemento dei rilevati mediante miscelazione in sito del legante con i materiali costituenti i rilevati stessi, privati però delle pezzature maggiori di 40 mm.

Il cemento sarà del tipo normale ed in ragione di 25-50 kg/m³ di materiale compattato.

La Direzione Lavori prescriverà il quantitativo di cemento in funzione della granulometria del materiale da impiegare.

La miscela dovrà essere compattata fino al 95% della massa volumica del secco massima, ottenuta con energia AASHO Modificata (CNR 69 -1978), (CNR 22 - 1972), procedendo per strati di spessore non superiore a 30 cm.

Tale stabilizzazione a cemento dei rilevati dovrà interessare una zona la cui sezione, lungo l'asse stradale, sarà a forma trapezia avente la base inferiore di 2,00 m, quella superiore pari a 2,00 m + 3/2 h e l'altezza h coincidente con quella del rilevato.

Durante la costruzione dei rilevati si dovrà disporre in permanenza di apposite squadre e mezzi di manutenzione per rimediare ai danni causati dal traffico di cantiere oltre a quelli dovuti alla pioggia e al gelo.

Si dovrà inoltre garantire la sistematica e tempestiva protezione delle scarpate mediante la stesa di uno strato di terreno vegetale di 30 cm di spessore, da stendere a cordoli orizzontali opportunamente costipati seguendo dappresso la costruzione del rilevato e ricavando gradoni di ancoraggio, salvo il caso che il rivestimento venga eseguito contemporaneamente alla formazione del rilevato stesso, nel quale detti gradoni non saranno necessari, e che sia tale da assicurare il pronto attecchimento e sviluppo del manto erboso.

La semina dovrà essere eseguita con semi (di erbe ed arbusti tipo ginestra e simili), scelti in relazione al periodo di semina ed alle condizioni locali, si da ottenere i migliori risultati.

La semina dovrà essere ripetuta fino ad ottenere un adeguato ed uniforme inerbimento.

Si potrà provvedere all'inerbimento mediante sistemi alternativi ai precedenti, purché concordati con la Direzione Lavori.

Qualora si dovessero manifestare erosioni di sorta, l'impresa dovrà provvedere al restauro delle zone ammalorate a sua cura e spese e secondo le disposizioni impartite di volta in volta dalla Direzione Lavori.

Se nei rilevati avvenissero cedimenti dovuti a trascuratezza delle buone norme esecutive l'Appaltatore sarà obbligato ad eseguire a sue spese i lavori di ricarica, rinnovando, ove occorre, anche la sovrastruttura stradale.

Nel caso di sospensione della costruzione del rilevato, alla ripresa delle lavorazioni, la parte di rilevato già eseguita dovrà essere ripulita dalle erbe e dalla vegetazione in genere che vi si fosse insediata, dovrà inoltre essere aerata, praticandovi dei solchi per il collegamento dei nuovi materiali come quelli finora impiegati e dovranno essere ripetute le prove di controllo delle compattazioni e della deformabilità.

Qualora si dovessero costruire dei rilevati non stradali (argini di contenimento), i materiali provenienti da cave di prestito potranno essere solo del tipo A₆ e A₇.

Restano ferme le precedenti disposizioni sulla compattazione.

Condizioni climatiche

La costruzione di rilevati in presenza di gelo o di pioggia persistenti non sarà consentita in linea generale, fatto salvo particolari deroghe da parte della Direzione Lavori, limitatamente a quei materiali meno suscettibili all'azione del gelo e delle acque meteoriche (es.: pietrame). Nella esecuzione dei rilevati con terre ad elevato contenuto della frazione coesiva si procederà, per il costipamento, mediante rulli a punte e carrelli pigiatori gommati che consentono di chiudere la superficie dello strato in lavorazione in caso di pioggia.

Alla ripresa del lavoro la stessa superficie dovrà essere convenientemente erpicata provvedendo eventualmente a rimuovere lo strato superficiale rammollito.

Dreni

Omissis

Dreni verticali prefabbricati

Omissis

Dreni in sabbia

Omissis

Dreni verticali prefabbricati - modalità esecutive -

Omissis

Dreni in sabbia - modalità esecutive -

Omissis

Rilevati Speciali - Sperimentali

Con il termine "rilevati speciali" sono definite tutte le opere realizzate con materiali naturali o artificiali, destinate a formare alcune parti del corpo stradale.

Si distinguono in:

- a) rilevati in terra stabilizzata/migliorata;
- b) rilevati con materiali riciclati.

Rilevati in terra stabilizzata/migliorata e consolidamento piano di appoggio

Terra stabilizzata a calce

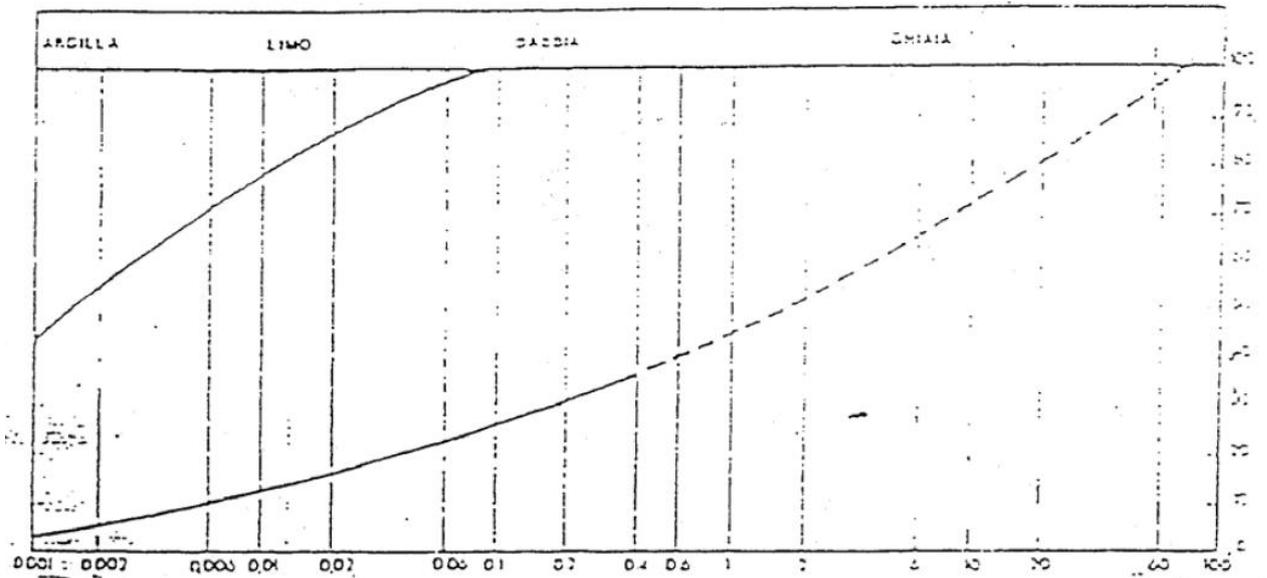
La terra stabilizzata a calce è una miscela composta da terra, calce viva od idrata e acqua, in quantità tali da modificare le caratteristiche fisico - chimico e meccaniche della terra onde ottenere una miscela idonea per la formazione di strati che, dopo costipamento, risultino di adeguata capacità portante, di adeguata indeformabilità, nonché stabili all'azione dell'acqua e del gelo (CNR 36 - 1973).

Una terra affinché risulti adatta alla stabilizzazione a calce deve essere di tipo limo-argilloso ed avere indice di plasticità normalmente maggiore o uguale a 10.

Possono essere stabilizzate a calce anche terre ghiaioso-argillose, ghiaioso-limose, sabbioso-argillose e sabbioso-limose (tipo A2-6 e A2-7) qualora presentino una frazione di passante al setaccio 0,4 UNI non inferiore al 35%.

Possono essere trattate con calce anche le "vulcaniti vetrose" costituite da rocce pozzolaniche ricche di silice amorfa reattiva.

La loro curva granulometrica deve rientrare nel fuso appresso riportato (CNR 36 - 1973):



Il diametro massimo degli elementi viene definito in funzione dell'impiego della miscela (CNR n.36 - 1973).

Le terre impiegate non dovranno presentare un contenuto di sostanza organica superiore al 2%.

La D. L. potrà derogare a tale limitazione se opportune campagne di sperimentazione, siano tali da indicare che percentuali più elevate di sostanza organica garantiscano comunque i requisiti di resistenza, indeformabilità e durabilità richiesti.

Inoltre le terre impiegate non dovranno avere un contenuto di solfati superiore all'1%.

La D. L. potrà derogare a tale limitazione se opportune campagne di sperimentazione, siano tali da indicare che percentuali più elevate di solfati garantiscano comunque i requisiti di resistenza richiesti.

La calce idrata dovrà essere conforme alle norme per l'accettazione delle calce di cui alle disposizioni vigenti.

La quantità di acqua e di calce con cui effettuare l'impasto con i terreni da riqualificare (miscela di progetto) va determinata preliminarmente (alla posa in opera in sito) in laboratorio in base a prove CBR (CNR - UNI 10009), a prove di costipamento ed eventualmente a prove di rottura a compressione, nonché a qualsiasi altra prova necessaria per una adeguata caratterizzazione (CNR 36/73).

Il valore dell'indice CBR deve risultare in ogni caso adeguato alla specifica destinazione del materiale.

Esso dovrà essere determinato dopo sette giorni di stagionatura e dopo imbibizione di 4 giorni in acqua, seguendo la procedura indicata nella norma CNR - UNI 10009.

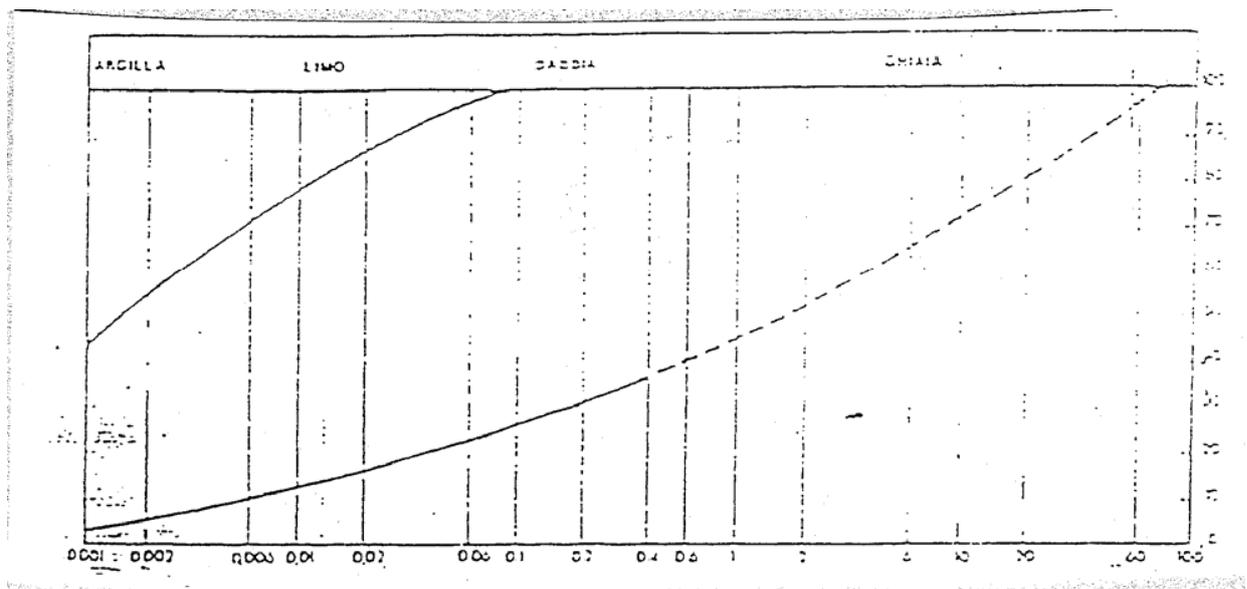
Le curve dell'indice CBR, delle caratteristiche di costipamento ottenute con energia AASHO Modificata (CNR 69 -1978) e della resistenza a compressione, dovranno essere tracciate in base ai risultati su miscele sperimentali con diversi tenori di calce, permettendo di definire come variano con la quantità di calce i valori massimi dell'indice CBR, della massa volumica del secco, i corrispondenti valori di umidità ottima e l'eventuale resistenza a compressione. Noti questi valori, la D. L. definirà di volta in volta la composizione preventiva della miscela di progetto in modo che:

- il suo tenore in acqua sia non inferiore a quello che si avrà operando nelle condizioni di cantiere di una miscela di pari contenuto in calce.
- il suo tenore in calce sia sufficiente a garantire che la miscela presenti le caratteristiche di portanza, costipabilità e stabilità richieste nel progetto.

Terra stabilizzata a cemento

La terra stabilizzata a cemento è una miscela composta da terra, cemento e acqua, in quantità tali da modificare le caratteristiche fisico - chimico e meccaniche della terra onde ottenere una miscela idonea per la formazione di strati che, dopo costipamento, risultino di adeguata capacità portante, di adeguata indeformabilità, nonché stabili all'azione dell'acqua e del gelo. Una terra affinché risulti adatta alla stabilizzazione a cemento deve essere di tipo sabbioso, ghiaioso, sabbioso-limoso e/o argilloso, ghiaioso-limoso e/o argilloso e limoso, ed avere indice di plasticità normalmente minore di 15.

Possono essere trattati a cemento anche materiali friabili o profondamente alterati, purché riconducibili con un adeguato trattamento alle volute funzioni portanti. La loro curva granulometrica deve rientrare nel fuso appresso riportato:



Il diametro massimo degli elementi dovrà essere definito in funzione dell'impiego della miscela, preferibilmente dovrà essere inferiore ai 50 mm.

Il passante al setaccio 0,075 mm non deve superare il 50%.

Il tipo di cemento da impiegare dovrà essere del tipo Portland 32,5.

Le terre impiegate non dovranno presentare un contenuto di sostanza organica superiore al 2%.

La D. L. potrà derogare a tale limitazione se opportune campagne di sperimentazione siano tali da indicare che percentuali più elevate di sostanza organica garantiscano comunque i requisiti di resistenza, indeformabilità e durabilità richiesti.

Inoltre le terre impiegate non dovranno avere un contenuto di solfati superiore all'1%.

La D. L. potrà derogare a tale limitazione se opportune campagne di sperimentazione, siano tali da indicare che percentuali più elevate di solfati garantiscano comunque i requisiti di resistenza richiesti.

La quantità di acqua e di cemento con cui effettuare l'impasto con i terreni da riqualificare (miscela di progetto) va determinata preliminarmente (alla posa in opera in sito) in laboratorio in base a prove CBR (CNR - UNI 10009), a prove di costipamento e prove di rottura a compressione ed a qualsiasi altra prova che si ritenga necessaria.

Il valore dell'indice CBR deve risultare in ogni caso adeguato alla specifica destinazione del materiale.

Esso viene determinato dopo sette giorni di stagionatura e dopo imbibizione di 4 giorni in acqua, seguendo la procedura indicata nella norma CNR - UNI 10009.

Le curve dell'indice CBR, delle caratteristiche di costipamento ottenute con energia AASHO Modificata (CNR 69 -1978) e della resistenza a compressione, dovranno essere tracciate in base ai risultati su miscele sperimentali con diversi tenori di cemento, permettendo di definire come variano con la quantità di cemento i valori massimi dell'indice CBR, della massa volumica del secco, i corrispondenti valori di umidità ottima e l'eventuale resistenza a compressione.

Noti questi valori, la D. L. definirà di volta in volta la composizione preventiva della miscela di progetto in modo che:

- il suo tenore in acqua sia non inferiore a quello che si avrà operando nelle condizioni di cantiere di una miscela di pari contenuto in cemento.
- il suo tenore in cemento sia sufficiente a garantire che la miscela presenti le caratteristiche di portanza, costipabilità e stabilità richieste nel progetto.

Piano di appoggio del rilevato

Il trattamento in sito dei terreni di appoggio di rilevato, trattati con i suddetti leganti (calce o cemento) deve essere tale da garantire le caratteristiche di portanza previste dal progetto e comunque non inferiori a:

Per altezze di rilevato da 0 a 2 metri:

Il valore minimo prescritto per l'indice CBR dopo sette giorni di stagionatura e dopo imbibizione di 4 giorni in acqua deve risultare non inferiore a 60, con un corrispondente rigonfiamento non maggiore del 1%.

Per quanto riguarda le caratteristiche di indeformabilità, queste dovranno risultare non minori di 50 Mpa, nell'intervallo di carico tra 0,15 – 0,25 N/mm², (CNR 146 - 1992);

Per altezza di rilevato oltre i 2 metri

il valore minimo prescritto per l'indice CBR dopo sette giorni di stagionatura e dopo imbibizione di 4 giorni in acqua deve risultare non inferiore a 30, con un corrispondente rigonfiamento non maggiore del 1,5%

Per quanto riguarda le caratteristiche di indeformabilità, queste dovranno risultare non minori di 20 MPa, nell'intervallo di carico tra 0,05 – 0,15 N/mm² (CNR 146 - 1992);

Piano di appoggio della sovrastruttura (sottofondo)

Il valore minimo prescritto per l'indice CBR all'umidità ottima (CNR - UNI 10009) dopo sette giorni di stagionatura e dopo imbibizione di 4 giorni in acqua deve risultare non inferiore a 60 con un corrispondente rigonfiamento non maggiore del 1%.

Per quanto riguarda le caratteristiche di indeformabilità, queste dovranno risultare non minori di 50 Mpa (CNR 146 - 1992), nell'intervallo di carico tra 0,15 – 0,25 N/mm²

Rilevati

I rilevati con materiali corretti, potranno essere eseguiti dietro ordine delle D.L. e solo quando vi sia la possibilità di effettuare un tratto completo di rilevato ben definito delimitato tra due sezioni trasversali del corpo stradale.

Le caratteristiche di portanza delle terre stabilizzate con i leganti (calce o cemento), devono essere quelle previste dal progetto e comunque non inferiori a:

Per altezze di rilevato da 0 a 2 metri:

il valore minimo prescritto per l'indice CBR (CNR - UNI 10009) dopo sette giorni di stagionatura e dopo imbibizione di 4 giorni in acqua deve risultare non inferiore a 60 con un corrispondente rigonfiamento non maggiore del 1%.

Per quanto riguarda le caratteristiche di indeformabilità, queste dovranno risultare non minori di 50 Mpa, nell'intervallo di carico compreso tra 0,15 – 0,25 N/mm² (CNR 146 - 1992);

Per altezza di rilevato oltre i 2 metri:

Omissis

Resistenza al gelo

Nel caso in cui la terra debba essere impiegata in zone in cui l'azione del gelo non è occasionale, si debbono porre in atto ulteriori indagini e provvedimenti suggeriti dalle condizioni locali d'impiego onde evitare l'ammaloramento del materiale in opera per effetto del gelo. Un aumento del dosaggio del legante può risultare utile a questo scopo.

Modalità di lavorazione

La stabilizzazione dei terreni con leganti implica il miglioramento delle caratteristiche della terra; i requisiti di idoneità della miscela ottenuta verranno accertate mediante prove di resistenza a compressione o prove di carico, e qualsiasi altra prova necessaria.

I procedimenti di riabilitazione o di stabilizzazione dei terreni argillosi con calce potranno avvenire con trattamento in sito (impianti mobili) oppure predisponendo le miscele da porre in opera in adeguati impianti fissi; comunque la miscela, una volta stesa, dovrà presentarsi uniformemente mescolata ed opportunamente umidificata secondo l'umidità ottima determinata mediante la relativa prova di laboratorio, e comunque non maggiore dell'1,5% dell'ottimo indicato dalla D.L..

La suddetta umidità dovrà essere determinata a miscela posta in opera e sarà determinata in sito mediante metodologie rapide definite dalla D. L..

Inoltre tale umidità dovrà essere mantenuta costante sino al termine delle operazioni di posa in opera.

Il singolo strato non dovrà avere spessore superiore ai 30 cm

Tutti i processi dovranno comunque essere preventivamente approvati dalla D.L. e dovranno essere realizzati dall'Impresa sotto le disposizioni della stessa D.L..

Il trattamento in sito, eseguito sotto il controllo e le direttive della D.L., dovrà prevedere le seguenti fasi operative:

- scarificazione ed eventuale polverizzazione con ripper di motolivellatrici o con lame scarificatrici ed erpici a disco;
- spandimento del cemento in polvere mediante adatte macchine spanditrici; tale spandimento dovrà essere effettuato esclusivamente su quella porzione di terreno che si prevede di trattare entro la giornata lavorativa; si dovrà impedire a qualsiasi macchinario, eccetto quello necessario che verrà impiegato per la miscelazione, di attraversare la porzione di terreno sulla quale è stato steso il legante, fino a quando questo non sia stato miscelato con il terreno.
- Il quantitativo necessario al trattamento dell'intero strato, sarà distribuito in maniera uniforme sulla superficie ed in maniera da risultare soddisfacente al giudizio della D. L.;
- mescolazione con adeguati mescolatori ad albero orizzontale rotante. Il numero di passate dipende dalla natura del suolo e dal suo stato idrico. Si dovrà inoltre garantire un adeguato periodo di maturazione della miscela, da determinarsi di volta in volta a seconda della natura dei terreni.

L'Impresa dovrà garantire una adeguata polverizzazione della miscela, che si considera sufficiente quando l'80% del terreno, ad esclusione delle porzioni lapidee, attraversa il setaccio 4 UNI (apertura di 4,76 mm). Nel caso in cui le normali operazioni di mescolazione non dovessero garantire questo voluto grado di polverizzazione, l'Impresa dovrà procedere ad una preventiva polverizzazione della terra, affinché si raggiungano tali requisiti nella miscelazione dell'impasto.

- compattazione e finitura con rulli a “piedi di montone”, che precedono i passaggi di rulli gommati pesanti e/o rulli lisci vibranti. La sagomatura finale dovrà essere operata mediante motolivellatrice.

La velocità di compattazione dovrà essere tale da far sì che il materiale in oggetto venga costipato prima dell’inizio della presa del legante.

Nella stabilizzazione a cemento, dopo il costipamento, si dovrà predisporre un adeguato strato di protezione per la maturazione, evitando di disturbare lo strato nella fase di presa per almeno 24 ore.

Le operazioni di trattamento e posa in opera della terra stabilizzata dovranno essere effettuate in condizioni climatiche tali da garantire il voluto contenuto di acqua determinato attraverso la campagna sperimentale preliminare, ed inoltre si richiede per la posa in opera una temperatura minima di 7 °C.

Al termine della giornata di lavoro, e comunque in corrispondenza delle interruzioni delle lavorazioni, si dovrà predisporre, in corrispondenza della parte terminale dello strato, una traversa al fine di far sì che anche porzione risulti soddisfacentemente costipata nonché livellata.

Il trattamento effettuato con adeguati impianti fissi o mobili dovrà essere approvato preventivamente dalla D.L., la quale potrà intervenire con opportune direttive, variazioni e/o modifiche durante la posa in opera dei materiali.

Rilevati con materiali riciclati da:

- rifiuti speciali da demolizione edile
- rifiuti speciali industriali - scorie.

Rifiuti speciali da demolizione edile

In alternativa ai materiali naturali rispondenti alla classificazione C.N.R. U.N.I. 10006 può essere previsto, nella costruzione di rilevati, l’impiego di inerti provenienti da recupero e riciclaggio di materiali edili e di scorie industriali.

I rilevati con materiali riciclati potranno essere eseguiti previa autorizzazione della D.L. e solo quando vi sia la possibilità di effettuare un tratto completo di rilevato ben definito delimitato tra due sezioni trasversali e/o due piani quotati del corpo stradale.

E’ comunque vietato l’utilizzo diretto dei materiali provenienti da demolizioni, costruzioni e scavi ai sensi del D.P.R. 10-9-1982 n. 915 e seguenti, e del Decreto Legislativo n° 22 del 5/02/1997 e successive modifiche ed integrazioni.

L’uso di tali materiali è consentito previo loro trattamento in appositi impianti di riciclaggio autorizzati secondo la normativa di Legge vigente.

Gli impianti di riciclaggio dovranno essere costituiti da distinte sezioni di trattamento, attraverso fasi meccanicamente e tecnologicamente interconnesse di macinazione, vagliatura, selezione granulometrica e separazione dei materiali ferrosi, legnosi, e delle frazioni leggere, nonché delle residue impurità, per la selezione dei prodotti finali.

Gli impianti dovranno comunque essere dotati di adeguati dispositivi per la individuazione di materiali non idonei.

Dovrà essere preventivamente fornita alla D.L. oltre all'indicazione dell'impianto o degli impianti di produzione, con la specifica delle caratteristiche delle modalità operative riferite sia alla costanza di qualità del prodotto, sia ai sistemi di tutela da inquinanti nocivi, una campionatura significativa del materiale prodotto e le eventuali certificazioni relative a prove sistematiche fatte eseguire su materiali.

Il materiale dovrà comunque rispondere alle specifiche tecniche di seguito riportate.

Il materiale fornito dovrà avere pezzatura non superiore a 71 mm. e dovrà rientrare nel fuso granulometrico di seguito riportato. Serie Crivelli e Setacci UNI	passante % in peso
<i>Crivello 71</i>	100
<i>Crivello 40</i>	75-100
<i>Crivello 25</i>	60-87
<i>Crivello 10</i>	35-67
<i>Setaccio 2</i>	15-40
<i>Setaccio 0,04</i>	7-22
<i>Setaccio 0,075</i>	2-15

I componenti lenticolari non dovranno essere (definite come in BU CNR n° 95/84) in quantità superiore al 30%;

Devono essere assenti sostanze organiche (UNI 7466/75 II parte) o contaminanti, ai sensi del

D.P.R. 10.9.1989 n° 915 pubblicato sulla G.U. n°343 del 15.12.82

Prove di prequalificazione del materiale:

- determinazione della percentuale di rigonfiamento, che dovrà essere, secondo le modalità previste per la prova CBR (CNR UNI 10009), inferiore a 1%;
- prova di abrasione Los Angeles; sarà ritenuto idoneo il materiale che subisce perdite inferiori al 40 % in peso;
- verifica della sensibilità al gelo (CNR 80/1988 Fasc. 4 art. 23 modificato), condotta sulla parte di aggregato passante al setaccio 38.1 e trattenuto al setaccio 9.51 (Los Angeles classe A); sarà ritenuto idoneo il materiale con sensibilità al gelo $G \leq 30$.

Per la posa in opera si dovrà procedere alla determinazione dell'umidità ottimale di costipamento mediante procedimento AASHO modificato (CNR 69 - 1978) e per la stesa del materiale si dovrà procedere per strati di spessore compreso fra 15 a 30 cm, secondo le indicazioni della D.L., costipati per mezzo di rulli vibranti di tipo pesante.

Il materiale dovrà essere scaricato in cumuli estesi e immediatamente sottoposto ad una prima umidificazione, per evitare la separazione delle parti a diversa granulometria, non essendo presente di norma la umidità naturale.

L'umidità da raggiungersi non dovrà essere inferiore al 7-8 %.

Il materiale dovrà essere posto in opera mediante motolivellatore (Grader), o con altro mezzo idoneo, di adeguata potenza, in maniera da evitare comunque la separazione dei componenti di pezzatura diversa, e adeguatamente rullato a umidità ottimale.

Salvo diverse e più restrittive prescrizioni motivate in sede di progettazione dalla necessità di garantire la stabilità del rilevato, il modulo di deformazione al primo ciclo di carico su piastra (diametro 30 cm) (CNR 146 - 1992) dovrà risultare non inferiore a:

- 50 MPa: nell'intervallo compreso tra 0,15 – 0,25 N/mm² sul piano di posa della fondazione della sovrastruttura stradale in rilevato;
- 20 MPa: nell'intervallo compreso tra 0,05 – 0,15 N/mm², sul piano di posa del rilevato posto a 1,00 m, al di sotto del piano di posa della fondazione della sovrastruttura stradale;
- 15 MPa: nell'intervallo compreso tra 0,05 – 0,15 N/mm² sul piano di posa del rilevato posto a 2,00 m, o più , al di sotto del piano di posa della fondazione della sovrastruttura stradale.

Per i suddetti materiali valgono le stesse prescrizioni di grado di costipamento già specificato per le terre.

Rifiuti speciali industriali - scorie

Sempre in alternativa ai materiali rispondenti alla classificazione C.N.R. U.N.I. 10006 può essere previsto nella costruzione di rilevati l'impiego di materiali provenienti da scorie industriali - loppe d'altoforno, esclusivamente di nuova produzione e comunque non sottoposte a periodi di stoccaggio superiori ad un anno.

I rilevati con scorie industriali potranno essere eseguiti dietro ordine della D.L. e solo quando vi sia la possibilità di effettuare un tratto completo di rilevato ben definito delimitato tra due sezioni trasversali e/o due piani quotati del corpo stradale.

Le caratteristiche dei rifiuti debbono essere rispondenti alle prescrizioni del Decreto Legislativo n° 22 del 5/02/1997 e successive modifiche ed integrazione e quindi corrispondenti a tutte le prescrizioni contenute nelle direttive CEE, sui rifiuti in genere (CEE 91/156) e sui rifiuti pericolosi (CEE 91/689).

In conformità dell'art. 4 del D.L. n°22 del 5/02/1997, viene favorito il reimpiego ed il riciclaggio di detti rifiuti previ accordi e convenzioni con i soggetti produttori interessati al reimpiego di dette materie, al fine di stabilire anche una positiva valutazione economica.

Tutti gli oneri inerenti alla gestione, sicurezza e garanzia della stabilità chimico-fisica del prodotto da utilizzare, rimangono a carico dell'imprenditore, così come tutti gli oneri e le incombenze derivanti dai permessi da richiedersi presso gli Enti preposti alla tutela dell'ambiente e del territorio.

Tali permessi sono rigorosamente prescritti, prima di procedere a qualsiasi utilizzazione ed impiego del materiale in esame.

E' riservata alla Direzione Lavori, la facoltà di adottare la parzializzazione del corpo del rilevato, destinando le scorie esclusivamente al nucleo centrale, ed utilizzando per le fasce laterali di spessore costante dell'ordine dei 2,0 m terre tradizionali.

Il materiale per essere impiegato nella formazione di strati di rilevato dovrà soddisfare i seguenti requisiti:

- la curva granulometrica, dovrà presentare un passante al setaccio 0,075 mm, non superiore al 10 %, ed un coefficiente di disuniformità maggiore o uguale a 7;
- l'attività del materiale (caratterizzata dal coefficiente α) dovrà essere compresa tra 20 e 40; l'attività α risulta così definita:
- coefficiente calcolato dividendo per 1000 il prodotto della superficie specifica (cm^2/g), determinata con il permeabilmetro di Blain opportunamente adattato, per la friabilità intera come percentuale di elementi $< 80 \mu\text{m}$, ottenuti dopo opportuna frantumazione (Mode operatoir LCPC: Measure du coefficient α d'activité du latier granulé de heurt fornean - Dunoid - Paris 1970)
- il contenuto naturale di acqua (umidità), deve essere $< 15\%$.

Il materiale verrà posto in opera mediante l'impiego di motolivellatrice (grader) in strati di spessore compreso tra i 15 e i 30 cm.

Nell'eventualità di una parzializzazione del corpo del rilevato i materiali di contronucleo verranno posti in opera con strati aventi medesimo spessore di quelli realizzati con loppa. Quindi si procederà al costipamento dell'intero strato.

A compattazione avvenuta, tutti i materiali utilizzati per la realizzazione del singolo strato dovranno presentare una massa volumica non inferiore al 90% di quella massima individuata nelle prove di compattazione (CNR 69-1978), (CNR 22 - 1972).

Salvo diverse e più restrittive prescrizioni motivate in sede di progettazione dalla necessità di garantire la stabilità del rilevato, il modulo di deformazione al primo ciclo di carico su piastra (diametro 30 cm) (CNR 146 -1992) dovrà risultare non inferiore a:

- 50 MPa: nell'intervallo compreso tra 0,15 – 0,25 N/mm^2 sul piano di posa della fondazione della pavimentazione stradale in rilevato;
- 20 MPa: nell'intervallo compreso tra 0,05 – 0,15 N/mm^2 sui restanti strati del rilevato oltre 1,00 m al di sotto della pavimentazione stradale.

SPECIFICA DI CONTROLLO

Disposizioni generali

La seguente specifica si applica ai vari tipi di rilevato costituenti l'infrastruttura stradale e precedentemente esaminati.

La documentazione di riferimento comprende tutta quella contrattuale e, più specificatamente, quella di progetto quale disegni, specifiche tecniche, ecc.; sono altresì comprese tutte le norme tecniche vigenti in materia.

L'Impresa, per poter essere autorizzata ad impiegare i vari tipi di materiali (misti lapidei, terre, calci, cementi, ecc.) prescritti dalle presenti Norme Tecniche, dovrà esibire alla D.L., prima dell'impiego, i relativi Certificati di Qualità rilasciati da un Laboratorio Ufficiale e comunque secondo quanto prescritto dalla Circ. ANAS n° 14/1979.

Tali certificati dovranno contenere tutti i dati relativi alla provenienza e alla individuazione dei singoli materiali o loro composizione, agli impianti o luoghi di produzione, nonché i dati risultanti dalle prove di laboratorio atte ad accertare i valori caratteristici richiesti per le varie categorie di lavoro o di fornitura in un rapporto a dosaggi e composizioni proposte.

I certificati che dovranno essere esibiti tanto se i materiali sono prodotti direttamente, quanto se prelevati da impianti, da cave, da stabilimenti anche se gestiti da terzi, avranno una validità biennale.

I certificati dovranno comunque essere rinnovati ogni qualvolta risultino incompleti o si verifichi una variazione delle caratteristiche dei materiali, delle miscele o degli impianti di produzione.

La procedura delle prove di seguito specificata deve ritenersi come minima e dovrà essere infittita in ragione della discontinuità granulometrica dei materiali portati a rilevato e della variabilità nelle procedure di compattazione.

L'Impresa è obbligata comunque ad organizzare per proprio conto, con personale qualificato ed attrezzature adeguate, approvate dalla D.L., un laboratorio di cantiere in cui si procederà ad effettuare tutti gli ulteriori accertamenti di routine ritenuti necessari dalla D.L., per la caratterizzazione e l'impiego dei materiali.

La frequenza minima delle prove ufficiali sarà quella indicata nella allegata Tabella, la frequenza delle prove di cantiere sarà imposta dalle puntuali verifiche che il programma di impiego dei materiali, approvato preventivamente dalla D.L., vorrà accertare.

I materiali da impiegare a rilevato, sono caratterizzati e classificati secondo le Norme CNR-UNI 10006/63, e riportati nell'allegata Tabella.

La normativa di riferimento per esercitare i controlli conseguenti, sono indicati nel seguente prospetto:

CATEGORIE DI LAVORO E MATERIALI	CONTROLLI PREVISTI	NORMATIVA DI RIFERIMENTO
MOVIMENTI DI TERRA		D.M. 11.03.1988 C.LL.PP. n.30483 del 24.09.1988

PIANI DI POSA DEI RILEVATI	Classificazione delle terre Grado di costipamento Massa volumica in sito CBR Prova di carico su piastra	C.N.R.-UNI 10006/63 B.U.- C.N.R. n.69 B.U.- C.N.R. n.22 CNR - UNI 10009 B.U.- C.N.R. n.146 A.XXVI
PIANI DI POSA DELLE FONDAZIONI STRADALI IN TRINCEA	Classificazione delle terre Grado di costipamento Massa volumica in sito CBR Prova di carico su piastra	C.N.R.-UNI 10006/63 B.U.- C.N.R. n.69 B.U.- C.N.R. n.22 CNR - UNI 10009 B.U.- C.N.R. n.146 A.XXVI
FORMAZIONE DEI RILEVATI	Classificazione delle terre Grado di costipamento Massa volumica in sito Prova di carico su piastra CBR Impiego della calce	C.N.R.-UNI 10006/63 B.U.- C.N.R. n.69 B.U.- C.N.R. n.22 B.U.- C.N.R. n.146 A.XXVI CNR - UNI 10009 B.U.- C.N.R. n.36 A VII

Prove di laboratorio

Accertamenti preventivi:

Le caratteristiche e l'idoneità dei materiali saranno accertate mediante le seguenti prove di laboratorio:

analisi granulometrica;

determinazione del contenuto naturale d'acqua;

determinazione del limite liquido e dell'indice di plasticità sull'eventuale porzione di passante al setaccio 0,4 UNI 2332;

prova di costipamento con energia AASHO Modificata (CNR 69 -1978); la caratterizzazione e frequenza delle prove è riportata in Tabella.

Prove di controllo in fase esecutiva

L'impresa sarà obbligata a prestarsi in ogni tempo e di norma periodicamente per le forniture di materiali di impiego continuo, alle prove ed esami dei materiali impiegati e da impiegare, inviando i campioni di norma al Centro Sperimentale Stradale dell'ANAS di Cesano (Roma) o presso altro Laboratorio Ufficiale.

I campioni verranno prelevati in contraddittorio.

Degli stessi potrà essere ordinata la conservazione in luogo indicato dalla D.L. previa apposizione dei sigilli e firme del Direttore dei Lavori e dell'Impresa e nei modi più adatti a garantire l'autenticità e la conservazione.

I risultati ottenuti in tali Laboratori saranno i soli riconosciuti validi dalle due parti; ad essi si farà esclusivo riferimento a tutti gli effetti delle presenti Norme Tecniche.

La frequenza e le modalità delle prove sono riportate nella Tabella.

2.5.0.3 Prove di controllo sul piano di posa

Sul piano di posa del rilevato nonché nei tratti in trincea si dovrà procedere, prima dell'accettazione, al controllo delle caratteristiche di deformabilità, mediante prova di carico su piastra (CNR 146-1992) e dello stato di addensamento (massa volumica in sito, CNR 22 - 1972). La frequenza delle prove è stabilita in una prova ogni 2000 mq, e comunque almeno una per ogni corpo di rilevato o trincea.

Le prove andranno distribuite in modo tale da essere sicuramente rappresentative dei risultati conseguiti in sede di preparazione dei piani di posa, in relazione alle caratteristiche dei terreni attraversati.

La Direzione Lavori potrà richiedere, in presenza di terreni "instabili", l'esecuzione di prove speciali (prove di carico previa saturazione, ecc.).

Il controllo della strato anticapillare sarà effettuato con le stesse frequenze per i singoli strati del rilevato, e dovrà soddisfare alle specifiche riportate al punto "strato capillare".

Tabella: Frequenza delle prove (almeno 1 ogni m³ ___)

Tipo di prova	Rilevati Stradali				Terre Rinforzate	
	Corpo del rilevato		Ultimo strato di cm 30		primi 5000 m ³	successivi m ³
	primi 5000 m ³	successivi m ³	primi 5000 m ³	successivi m ³		
Classificazione CNR-UNI 10006/63	500	10000	500	2500	500	5000
Costipamento AASHO Mod. CNR	500	10000	500	2500	500	5000
Massa volumica in sito B.U. CNR n.22	250	5000	250	1000	250	1000
Prova di carico su piastra CNR 9 - 67	*	*	500	2000	1000	5000
Controllo umidità	**	**	**	**	**	**
Resistività	*	*	*	*	500	5000
pH	*	*	*	*	500	5000
Solfati e cloruri	*	*	*	*	5000	5000
* Su prescrizione delle Direzione Lavori ** Frequenti e rapportate alle condizioni meteorologiche locali e alle caratteristiche di omogeneità dei materiali portati a rilevato						

Prospetto I - Classificazione delle terre

Tipi usuali dei materiali caratteristici costituenti il gruppo	Ghiaia o breccia, ghiaia o breccia sabbiosa, sabbia grassa, pomice, scorie vulcaniche, pozzolane	Sabbia fine	Ghiaia o sabbia limosa o argillosa	Limi poco compressibili	Limi poco compressibili	Argille poco compressibili	Argille fortemente compressibili	Argille fortemente compressibili	Torbe di recente o remota formazione, detriti organici di origine palustre
Qualità portanti quale terreno di sottofondo in assenza di gelo	Da eccellente a buono			Da mediocri a scadenti				Da scartare come sottofondo	
Azione del gelo sulle qualità portanti del terreno di sottofondo	Nessuna o lieve	Media		Molto elevata	Media	Elevata	Media		
Ritiro o rigonfiamento	Nulla	Nulla o lieve		Lieve o medio	Elevato	Elevato	Molto elevato		
Permeabilità	Elevata		Media o scarsa			Scarsa o nulla			
Identificazione dei terreni in sito	Facilmente individuabile	Aspri al tatto - Incoerenti allo stato asciutto	La maggior parte dei granuli sono individuabili ad occhio nudo - Aspri al tatto - Una tenacità media o elevata allo stato asciutto indica la presenza di argilla	Reagiscono alla prova di scuotimento* - Polverulenti o poco tenaci allo stato asciutto - Non facilmente modellabili allo stato umido	Non reagiscono alla prova di scuotimento* - Tenaci allo stato asciutto - Facilmente modellabili in bastoncini sottili allo stato umido			Fibrosi di color bruno o nero - Facilmente individuabili a vista	

* Prova di cantiere che può servire a distinguere i limi dalle argille . Si esegue scuotendo nel palmo della mano un campione di terra bagnata e comprimendolo successivamente fra le dita. La terra reagisce alla prova se, dopo lo scuotimento, apparirà sulla superficie un velo lucido di acqua libera , che comparirà comprimendo il campione fra le dita.

Controllo dei materiali impiegati nel miglioramento e nella stabilizzazione a calce e/o cemento

La normativa di riferimento ed i controlli relativi a detti materiali sono fissati nelle specifiche già stabilite per i rilevati, ed alle quali si rimanda.

Il trattamento a calce e/o cemento richiede particolare cura nelle varie fasi della lavorazione. In caso contrario gli esiti positivi riscontrati in laboratorio, potrebbero essere decisamente compromessi.

Prove di laboratorio

Le caratteristiche e l'idoneità dei materiali da trattare saranno accertate mediante le seguenti prove di laboratorio:

- analisi granulometrica (una almeno ogni 1.000 m3 di materiale);
- determinazione del contenuto naturale d'acqua (una ogni giorno);
- determinazione del limite liquido e dell'indice di plasticità sull'eventuale porzione di passante al setaccio 0,4 UNI 2332 (una ogni giorno);

Sul materiale trattato, verranno effettuate le seguenti prove:

Polverizzazione del materiale trattato (una ogni 500 m2)

- CBR (dopo 7 giorni di stagionatura e dopo imbibizione di 4 giorni in acqua) (una ogni 500 m2)
- Prove in sito
- Le caratteristiche dei materiali posti in opera saranno inoltre accertate mediante le seguenti prove in sito:
 - Massa volumica della terra in sito (una ogni 1000 m3)
 - Prova di carico con piastra circolare (una ogni 1000 m3);

Prove di controllo sul piano di posa

Le prove di controllo da eseguire sul piano di posa dei rilevati, sottoposto a stabilizzazione con calce e cemento, avranno la frequenza di una prova ogni 1000 m².

Le prove andranno distribuite in modo tale da essere sicuramente rappresentative dei risultati conseguiti in sede di preparazione dei piani di posa, in relazione alle caratteristiche dei terreni attraversati.

Controllo dei materiali riciclati da rifiuti speciali da demolizione edile

La normativa di riferimento ed i controlli relativi a detti materiali sono fissati nelle specifiche già stabilite per i rilevati, ed alle quali si rimanda.

Prove di laboratorio

Le caratteristiche e l'idoneità dei materiali da trattare saranno accertate mediante le seguenti prove di laboratorio:

determinazione dell'umidità ottimale di costipamento mediante prova di costipamento con procedimento AASHO modificato (CNR BU n° 69);

determinazione della percentuale di rigonfiamento secondo le modalità previste per la prova CBR (CNR UNI 10009);

verifica della sensibilità al gelo (CNR BU n° 80/80), condotta sulla parte di aggregato passante al setaccio 38.1 e trattenuto al setaccio 9.51 (Los Angeles classe A);

prova di abrasione Los Angeles; sarà ritenuto idoneo il materiale che subisce perdite inferiori al 40 % in peso;

Sarà effettuata una prova ogni 500 m³ di materiale da porre in opera.

Prove in sito

Le caratteristiche dei materiali saranno accertate mediante le seguenti prove in sito:

- Massa volumica della terra in sito;
- Prova di carico con piastra circolare ;

Sarà effettuata una prova ogni 500 m³ di materiale posto in opera.

Controllo dei materiali riciclati da rifiuti speciali industriali - scorie

La normativa di riferimento ed i controlli relativi a detti materiali sono fissati nelle specifiche già stabilite per i rilevati, ed alle quali si rimanda.

Prove di laboratorio

Le caratteristiche e l'idoneità dei materiali saranno accertate mediante le seguenti prove di laboratorio:

- determinazione dell'umidità ottimale di costipamento mediante prova di costipamento con procedimento AASHO modificato (CNR BU n° 69);
- determinazione del contenuto naturale di acqua (umidità)
- analisi granulometrica ;
- determinazione dell'attività;

La determinazione del contenuto naturale di acqua (umidità) e del tenore di acqua, la granulometria e l'attività verranno determinate ogni 200 t di materiale.

Prove in sito

Le caratteristiche dei materiali saranno accertate mediante le seguenti prove in sito:

Massa volumica della terra in sito;

Prova di carico con piastra circolare ;

Sarà effettuata una prova ogni 500 m3 di materiale posto in opera.

Telo Geotessile “tessuto non tessuto”.

Lo strato di geotessile da stendere sul piano di posa del rilevato dovrà essere del tipo non tessuto in polipropilene .

Il geotessile dovrà essere del tipo “a filo continuo”, prodotto per estrusione del polimero .

Dovrà essere composto al 100% da polipropilene di prima scelta (con esclusione di fibre riciclate), agglomerato con la metodologia dell’agugliatura meccanica, al fine di evitare la termofusione dei fili costituenti la matrice del geotessile.

Non dovranno essere aggiunte, per la lavorazione, resine o altre sostanze collanti.

CARATTERISTICHE TECNICHE	POLIPROPILENE
Massa volumica (g/cm ³)	0,90
Punto di rammollimento (K)	413
Punto di fusione (K)	443 ÷ 448
Punto di umidità % (al 65% di umidità relativa)	0,04
Resistenza a trazione (N/5cm)	1900

Il geotessile dovrà essere imputrescibile, resistente ai raggi ultravioletti, ai solventi, alle reazioni chimiche che si instaurano nel terreno, all’azione dei microrganismi ed essere antinquinante.

Dovrà essere fornito in opera in rotoli di larghezza la più ampia possibile in relazione al modo d’impiego.

La campionatura del materiale dovrà essere fatta secondo la Norma UNI 8279/Parte 1, intendendosi per N l’unità elementare di un rotolo.

I prelievi dei campioni saranno eseguiti a cura dell’Impresa sotto il controllo della Direzione Lavori; le prove dovranno essere effettuate presso Laboratori qualificati, preliminarmente su materiali approvigionati in cantiere, prima del loro impiego; successivamente, su materiali prelevati durante il corso dei lavori.

La qualificazione del materiale sarà effettuata mediante le prove previste dalle norme UNI e dai B.U. del CNR n° 142/92, n° 143/92, n° 144/92 e n° 145/92, riportate nella seguente tabella:

Campionatura CARATTERISTICA	RIFERIMENTO
(per N deve intendersi il rotolo o la pezza)	UNI 8279/1
Peso, in g/m ²	UNI 5114
Spessore, in mm	UNI 8279/2
Resistenza a trazione su striscia di cm 5, in N	UNI 8639
Allungamento, in %	UNI 8639
Lacerazione, in N	UNI 8279/9
Resistenza alla perforazione con il metodo della sfera, MPa	UNI 8279/11
Punzonamento, in N	UNI 8279/14
Permeabilità radiale all'acqua, in cm/s	UNI 8279/13
Comportamento nei confronti di batteri e funghi	UNI 8986
Creep nullo al 25% del carico di rottura ed un allungamento sotto carico di esercizio pari al 2%-9%	
Diametro di filtrazione, espresso in micron, corrispondente a quello del 95% in peso degli elementi di terreno che hanno attraversato il geotessile, determinato mediante filtrazione idrodinamica	

Dalle prove dovranno risultare soddisfatti i seguenti requisiti:

REQUISITO	VALORE DI RIFERIMENTO
peso (UNI 5114)	≥ 300 g/m ²
resistenze a trazione su striscia di cm 5 (UNI 8639)	> 19 kN
allungamento (UNI 8639)	> 60%
lacerazione (UNI 8279/9)	> 0,5 kN/m
punzonamento (UNI 8279/14)	> 3,1 kN
permeabilità radiale all'acqua alla pressione di 0,002 MPa (UNI 8279/13)	> 0,8 cm/s
dimensione della granulometria passante per filtrazione Idrodinamica, corrispondente a quella del 95% in peso degli elementi di terreno che attraversano il geotessile	< 100 μm

anche da una sola delle prove di cui sopra risultassero valori inferiori a quelli stabiliti, la partita verrà rifiutata e l'impresa dovrà allontanarla immediatamente dal cantiere.

La Direzione Lavori, a suo insindacabile giudizio, potrà richiedere ulteriori prove preliminari o prelevare in corso d'opera campioni di materiali da sottoporre a prove presso Laboratori qualificati. Il piano di stesa del

geotessile dovrà essere perfettamente regolare. Dovrà essere curata la giunzione dei teli mediante sovrapposizione di almeno 30 cm nei due sensi longitudinale e trasversale. I teli non dovranno essere in alcun modo esposti al diretto passaggio dei mezzi di cantiere prima della loro totale copertura con materiale da rilevato per uno spessore di almeno 30 cm.

Controllo scavi

Nel corso dei lavori, al fine di verificare la rispondenza della effettiva situazione geotecnica-geomeccanica con le ipotesi progettuali, la D.L., in contraddittorio con l'impresa, dovrà effettuare la determinazione delle caratteristiche del terreno o roccia sul fronte di scavo.

a) Prove di laboratorio

Le caratteristiche dei materiali saranno accertate mediante le seguenti prove di laboratorio:

Terre:

- analisi granulometrica;
- determinazione del contenuto naturale di acqua;
- determinazione del limite liquido e dell'indice di plasticità, nell'eventuale porzione di passante al setaccio 0,4 UNI 2332;
- eventuale determinazione delle caratteristiche di resistenza al taglio.

Rocce:

- resistenza a compressione monoassiale;

In presenza di terreni dal comportamento intermedio tra quello di una roccia e quello di una terra, le suddette prove potranno essere integrate al fine di definire con maggior dettaglio la reale situazione geotecnica.

La frequenza delle prove dovrà essere effettuata come segue:

- ogni 500 m³ di materiale scavato e ogni 5 m di profondità dello scavo;
- in occasione di ogni cambiamento manifesto delle caratteristiche litologiche e/o geomeccaniche;
- ogni qualvolta richiesto dalla D.L.. b) Prove in sito

Terre :

si dovrà rilevare l'effettivo sviluppo della stratificazione presente, mediante opportuno rilievo geologico-geotecnico che consenta di identificare le tipologie dei terreni interessati, con le opportune prove di identificazione.

Rocce :

si dovrà procedere al rilevamento geologico-geomeccanico, al fine di identificare la litologia presente e la classe geomeccanica corrispondente mediante l'impiego di opportune classificazioni.

Si dovranno effettuare tutte le prove necessarie allo scopo.

Si dovrà in ogni caso verificare la rispondenza delle pendenze e delle quote di progetto, con la frequenza necessaria al caso in esame.

Controllo dreni prefabbricati

Omissis

Controllo dreni in sabbia

Omissis

5.2 DEMOLIZIONI

5.2.1 Murature e fabbricati

Le demolizioni di fabbricati e di murature di qualsiasi genere (armate e non, in precompresso), potranno essere integrali o in porzioni a sezione obbligata, eseguite in qualsiasi dimensione anche in breccia, entro e fuori terra, a qualsiasi altezza.

- Verranno impiegati i mezzi previsti dal progetto e/o ritenuti idonei dalla Direzione Lavori:
- scalpellatura a mano o meccanica;
- martello demolitore;
- agenti demolitori non esplosivi ad azione chimica con espansione lenta e senza propagazione dell'onda d'urto.

Le demolizioni dovranno essere eseguite con ordine e con le necessarie precauzioni in modo da prevenire qualsiasi infortunio al personale addetto, evitando inoltre tassativamente di gettare dall'alto i materiali i quali dovranno invece essere trasportati o guidati in basso.

Inoltre l'impresa dovrà provvedere, a sua cura e spese, ad adottare tutti gli accorgimenti tecnici per puntellare e sbatacchiare le parti pericolanti e tutte le cautele al fine di non danneggiare le strutture sottostanti e le proprietà di terzi.

L'Impresa sarà pertanto responsabile di tutti i danni che una cattiva conduzione nelle operazioni di demolizioni potessero arrecare alle persone, alle opere e cose, anche di terzi.

Nel caso di demolizioni parziali potrà essere richiesto il trattamento con il getto di vapore a 373 K ed una pressione di 0,7-0,8 MPa per ottenere superfici di attacco pulite e pronte a ricevere i nuovi getti; i ferri dovranno essere tagliati, sabbiati e risagomati secondo le disposizioni progettuali.

I materiali di risulta resteranno di proprietà dell'Impresa la quale potrà reimpiegare quelli ritenuti idonei dalla Direzione Lavori fermo restando l'obbligo di allontanarli e di trasportare a discarica quelli rifiutati.

5.2.2 Idrodemolizioni

Omissis

5.2.3 Demolizione di pavimentazione o massicciata stradale in conglomerato bituminoso

La demolizione della parte della sovrastruttura legata a bitume per l'intero spessore o parte di esso deve essere effettuata con idonee attrezzature munite di frese a tamburo funzionanti a freddo, munite di nastro caricatore per il carico del materiale di risulta; su parere della Direzione Lavori potranno essere impiegate fresatrici a sistema misto (preriscaldamento leggero), purché non compromettano il legante esistente nella pavimentazione da demolire.

Le attrezzature tutte devono essere perfettamente efficienti e funzionanti e di caratteristiche meccaniche, dimensioni e produzioni approvate preventivamente dalla Direzione Lavori; devono inoltre avere caratteristiche tali che il materiale risultante dall'azione di scarifica risulti idoneo a giudizio della Direzione Lavori per il reimpiego nella confezione di nuovi conglomerati.

L'Appaltatore si deve scrupolosamente attenere agli spessori di demolizione definiti dal progetto o prescritti dalla Direzione Lavori; non saranno pagati maggiori spessori rispetto a quelli previsti o prescritti.

Il rilievo degli spessori delle demolizioni deve essere effettuato in contraddittorio; lo spessore della demolizione deve essere mantenuto costante in tutti i punti e deve essere valutato mediando l'altezza delle due pareti laterali con quella della parte centrale del cavo.

La pulizia del piano di scarifica, nel caso di fresature corticali o subcorticali deve essere eseguita con attrezzature approvate dalla Direzione Lavori munite di spazzole e dispositivi aspiranti, in grado di dare un piano depolverizzato, perfettamente pulito.

Se la demolizione dello strato legato a bitume interessa uno spessore inferiore ai 15 cm potrà essere effettuata con un solo passaggio di fresa, mentre per spessori superiori a 15 cm si devono effettuare due passaggi di cui il primo pari ad 1/3 dello spessore totale avendo cura di formare un gradino tra il primo ed il secondo strato demolito di almeno 10 cm di base per lato.

Le pareti dei giunti longitudinali devono risultare perfettamente verticali e con andamento longitudinale rettilineo e prive di sgretolature.

Sia la superficie risultante dalla fresatura che le pareti del cavo devono, prima della posa in opera dei nuovi strati di riempimento, risultare perfettamente pulite, asciutte e uniformemente rivestite dalla mano di attacco di legante bituminoso tal quale o modificato.

Nel caso di pavimentazione su impalcati di opere d'arte, la demolizione dovrà eseguirsi con tutte le precauzioni necessarie a garantire la perfetta integrità della sottostante soletta; in questi casi potrà essere richiesta la demolizione con scalpello a mano con l'ausilio del martello demolitore.

Solamente quando previsto in progetto e in casi eccezionali si potrà eseguire la demolizione della massicciata stradale, con o senza conglomerato bituminoso, anche su opere d'arte, con macchina escavatrice od analoga e, nel caso in cui il bordo della pavimentazione residua debba avere un profilo regolare, per il taglio perimetrale si dovrà fare uso della sega clipper.

Eventuali danni causati dall'azione dei mezzi sulla parte di pavimentazione da non demolire o su opere d'arte devono essere riparati a cura e spese dell'Appaltatore.

5.2.4 Demolizione dell'intera sovrastruttura realizzata con sistemi tradizionali

La demolizione dell'intera sovrastruttura può anche essere eseguita con impiego di attrezzature tradizionali quali escavatori, pale meccaniche, martelli demolitori etc. a discrezione della Direzione Lavori ed a suo insindacabile giudizio.

Le pareti verticali dello scavo devono essere perfettamente verticali e con andamento longitudinale rettilineo e privo di sgretolature.

Eventuali danni causati dall'azione dei mezzi sulla parte di pavimentazione da non demolire devono essere riparati a cura e spese dell'Appaltatore.

L'Appaltatore è inoltre tenuto a regolarizzare e compattare il piano di posa della pavimentazione demolita nel caso che non si proceda alla stesa del misto granulometricamente stabilizzato.

5.2.5 Rimozioni

Per rimozione si intende:

- smontaggio di recinzione costituita da rete metallica e relativi montanti
- smontaggio di sicurvia di qualunque tipo, con montanti infissi in terra o in pavimentazione
- smontaggio di elementi puntuali quali segnaletica stradale verticale, paracarri, etc.

Nelle rimozioni sopra elencate sono compresi gli oneri per il trasporto del materiale di risulta fuori delle pertinenze stradali ed il trasporto dei materiali di recupero, che restano di proprietà della Stazione Appaltante, nei depositi che saranno indicati dalla Direzione Lavori.

5.3 FONDAZIONI SPECIALI

Classificazione

a) *Pali di medio e grande diametro*

Dal punto di vista esecutivo, possiamo identificare le seguenti tipologie:

- Pali infissi (gettati in opera o prefabbricati)
- Pali trivellati
- Pali trivellati ad elica continui

b) *Micropali*

Con tale denominazione devono essere intesi, i pali trivellati aventi diametro ≤ 250 mm costituiti da malte o miscele cementizie e da idonee armature d'acciaio.

Dal punto di vista esecutivo, possiamo identificare le seguenti tipologie, a seconda delle modalità di connessione al terreno:

- riempimento a gravità;
- riempimento a bassa pressione;
- iniezione ripetuta ad alta pressione.

5.3.1 Definizioni

a) Pali infissi

a.1) Pali infissi gettati in opera

Con tale denominazione devono essere intesi i pali infissi realizzati riempiendo con calcestruzzo lo spazio interno vuoto di un elemento tubolare metallico fatto penetrare nel terreno mediante battitura o per vibrazione, senza asportazione del terreno medesimo.

I pali infissi gettati in opera si distinguono in:

- Pali con rivestimento definitivo in lamiera d'acciaio, corrugata o liscia, chiusi alla base con un fondello d'acciaio. I pali vengono realizzati infiggendo nel terreno il rivestimento tubolare.

Dopo l'infissione e la eventuale ispezione interna del rivestimento, il palo viene completato riempiendo il cavo del rivestimento con calcestruzzo armato.

- Pali realizzati tramite infissione nel terreno di un tubo forma estraibile, in genere chiuso alla base da un fondello a perdere. Terminata l'infissione, il palo viene gettato con calcestruzzo, con o senza la formazione di un bulbo espanso di base. Durante il getto, il tubo-forma viene estratto dal terreno.

a.2) Pali infissi prefabbricati

Con tale denominazione si vengono ad identificare i pali infissi realizzati mediante battitura di manufatti, senza asportazione di terreno, eventualmente con l'ausilio di getti d'acqua in pressione alla punta.

A seconda che i pali siano prefabbricati in stabilimento od in cantiere, saranno adottate le seguenti tipologie costruttive:

- Pali prefabbricati in stabilimento: in calcestruzzo centrifugato ed eventualmente precompresso, di norma a sezione circolare, di forma cilindrica, tronco-conica o cilindro-tronco-conica.
- Pali prefabbricati in cantiere: in calcestruzzo vibrato, di norma a sezione quadrata.
- Pali in legno: dovranno essere realizzati con legno di essenza forte (querchia, rovere, larice rosso, ontano, castagno), scortecciati, ben dritti, di taglio fresco, conguagliati alla superficie ed esenti da carie. Il loro diametro sarà misurato a metà della lunghezza. La parte inferiore del palo sarà sagomata a punta, e ove prescritto, munita di cuspidi di ferro, con o senza punta di acciaio, secondo campione approvato dalla

DL. Per le modalità di posa in operasi farà di seguito riferimento a quelle valide per i pali battuti prefabbricati ed alle quali si rimanda.

b) *Pali trivellati*

Con tale denominazione si vengono ad identificare i pali realizzati per asportazione del terreno e sua sostituzione con calcestruzzo armato. Durante la perforazione la stabilità dello scavo può essere ottenuta con l'ausilio di fanghi bentonitici o altri fluidi stabilizzanti, ovvero tramite l'infissione di un rivestimento metallico provvisorio.

c) *Pali trivellati ad elica continua*

Con tale denominazione si vengono ad identificare i pali realizzati mediante infissione per rotazione di una trivella ad elica continua e successivo getto di calcestruzzo, fatto risalire dalla base del palo attraverso il tubo convogliatore interno all'anima dell'elica, con portate e pressioni controllate.

L'estrazione dell'elica avviene contemporaneamente alla immissione del calcestruzzo.

d) *Micropali*

Con tale denominazione vengono identificati pali trivellati ottenuti attrezzando le perforazioni di piccolo diametro ($d \leq 250$ mm) con tubi metallici, che possono anche essere dotati di valvole di non ritorno (a secondo delle modalità di solidarizzazione con il terreno), che sono connessi al terreno mediante:

- riempimento a gravità;
- riempimento a bassa pressione;
- iniezione ripetuta ad alta pressione.

Tali modalità di connessione con il terreno, sono da applicare rispettivamente:

- per micropali eseguiti in roccia o terreni coesivi molto compatti il cui modulo di deformabilità a breve termine sia superiore ai 200 MPa, utilizzeremo il primo tipo di connessione;
- per micropali eseguiti in terreni di qualunque natura, caratterizzati da un modulo di deformazione a breve termine inferiore a 200 MPa, utilizzeremo il secondo ed il terzo tipo di connessione.

L'armatura metallica può essere costituita da:

- tubo senza saldature, eventualmente dotato di valvole di non ritorno;
- da un profilato metallico della serie UNI a doppio piano di simmetria;
- da una gabbia di armature costituita da ferri longitudinali correnti del tipo ad aderenza migliorata, e da una staffatura esterna costituita da anelli o spirali continue in tondo ad aderenza migliorata o liscio.

5.3.2 Normative di riferimento

I lavori saranno eseguiti in accordo, ma non limitatamente, alle seguenti normative

- Decreto del Ministero dei Lavori Pubblici 09/01/1996;
- Decreto del Ministero dei Lavori Pubblici 11/03/1988 e Circolare LL.PP. n° 30483 del 24/09/1988
- Associazione Geotecnica Italiana, Raccomandazioni sui pali di fondazione, Dic. 1984
- Altre norme UNI-CNR, ASTM, DIN, saranno specificate ove pertinenti.

5.3.3 Preparazione del piano di lavoro

L'Impresa dovrà aver cura di accertare che l'area di lavoro non sia attraversata da tubazioni, cavi elettrici o manufatti sotterranei che, se incontrati durante l'esecuzione dei pali, possono recare danno alle maestranze di cantiere o a terzi.

Per la realizzazione dei pali in alveo, in presenza di un battente di acqua fluente, l'Impresa predisporrà la fondazione di un piano di lavoro a quota sufficientemente elevata rispetto a quella dell'acqua per renderlo transitabile ai mezzi semoventi portanti le attrezzature di infissione o di perforazione e relativi accessori e di tutte le altre attrezzature di cantiere.

5.3.4 Pali di medio e grande diametro

a) Pali infissi

L'adozione di pali infissi (gettati in opera o prefabbricati), è condizionata da una serie di fattori geotecnici ed ambientali;

Quelli che meritano particolare attenzione sono:

- disturbi alle persone provocati dalle vibrazioni e dai rumori causati dall'infissione dei pali;
- danni che l'installazione dei pali può arrecare alle opere vicine a causa delle vibrazioni, degli spostamenti verticali e/o orizzontali del terreno provocati durante l'infissione;
- danni che l'infissione dei pali può causare ai pali adiacenti.

L'Impresa dovrà eseguire a sua cura e spese misure vibrazionali di controllo per accertare se vengono superati i limiti di accettabilità imposti dalle norme DIN 4150 e, nella eventualità di superamento di questi limiti, dovrà sottoporre alla DL i provvedimenti che intende adottare nel caso che tali limiti vengono ad essere superati, che si riserva la facoltà di approvazione.

L'esecuzione di prefori per la riduzione delle vibrazioni è ammessa, con le limitazioni che vedremo in seguito. I prefori sono a cura e spese dell'Impresa.

b) Pali trivellati

Le tecniche di perforazione dovranno 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 di media ed elevata consistenza, esenti da intercalazioni incoerenti e non interessati da falde che possono causare ingresso di acqua nel foro, caratterizzati da valori della resistenza al taglio non drenata (c_u) che alla generica profondità di scavo H soddisfi la seguente condizione:

$$c_u \geq \gamma H/3$$

dove:

γ = peso di volume totale;

Inoltre, la perforazione "a secco" è ammissibile solo dove possa essere eseguita senza alcun ingresso alcuno di acqua nel foro;

- la perforazione a fango non è di norma ammessa in terreni molto aperti, privi di frazioni medio-fini ($D_{10} > 4$ mm). Durante le operazioni di perforazione si dovrà tenere conto della esigenza di non peggiorare le caratteristiche meccaniche del terreno circostante il palo, si dovrà quindi minimizzare e/o evitare:
 - rammollimento di strati coesivi, minimizzando e/o annullando l'intervallo di tempo tra la perforazione e il getto del palo;
 - la diminuzione di densità relativa (D_r) degli strati incoerenti;
 - la diminuzione delle tensioni orizzontali efficaci, proprie dello stato naturale;
 - la riduzione dell'aderenza palo-terreno, a causa dell'uso improprio dei fanghi.

Nel caso di attraversamento di trovanti lapidei, non estraibili con i normali metodi di scavo, o di strati rocciosi o cementati e per conseguire una sufficiente ammorsatura del palo nei substrati rocciosi di base, si farà ricorso all'impiego di scalpelli frangiroccia azionati a percussione, del peso e forma adeguati.

In alternativa, ed in relazione alla natura dei materiali attraversati, potranno essere impiegate speciali attrezzature fresanti.

L'uso di queste attrezzature dovrà essere frequentemente alternato a quello del secchione, che hanno il compito di estrarre dal foro i materiali di risulta.

Sulle attrezzature di manovra degli utensili di scavo, saranno disposte delle marcature regolari (1-2 m) che consentiranno il rapido apprezzamento della profondità alla quale gli utensili stanno operando.

La verticalità delle aste di guida rigide, dovrà essere controllata da un indicatore a pendolo disposto sulle stesse.

c) *Pali trivellati ad elica continua*

La tecnica di perforazione è adatta a terreni di consistenza bassa e media, con o senza acqua di falda.

Nel caso vengono ad interessare terreni compressibili, nelle fasi di getto dovranno essere adottati i necessari accorgimenti atti a ridurre o evitare sbulbature.

5.3.5 Prove tecnologiche preliminari

La scelta delle attrezzature di scavo o di battitura e gli associati dettagli esecutivi e di posa in opera del palo, dovranno essere comunicati preliminarmente all'esecuzione dei pali dall'Impresa alla D.L..

Nell'eventualità di particolare complessità della situazione geotecnica e/o stratigrafica, o in relazione dell'importanza dell'opera, l'idoneità delle attrezzature sarà verificata mediante l'esecuzione di prove tecnologiche preliminari.

Tali verifiche dovranno essere condotte in aree limitrofe a quelle interessanti la palificata in progetto e comunque tali da essere rappresentative dal punto di vista geotecnico ed idrogeologico.

I pali di prova, eventualmente strumentati (per la determinazione del carico limite), a cura dell'Impresa, saranno eseguiti in numero del 1% del numero totale dei pali con un minimo di 2 pali per opera, e comunque secondo le prescrizioni della DL; le prove di collaudo saranno eseguite in numero pari allo 0,5% del numero totale dei pali, con un numero minimo di 1 palo per opera.

I pali di prova dovranno essere realizzati in corrispondenza dell'opera, e predisposti al di fuori della palificata ad una distanza dalla stessa non inferiore ai 10 m presa ortogonalmente dal bordo più vicino del plinto di raccordo, in maniera tale da ricadere nella medesima situazione geotecnica e/o stratigrafica della palificata in progetto.

Tali pali dovranno essere eseguiti o posti in opera alla presenza della DL, cui spetta l'approvazione delle modalità esecutive da adottarsi per i pali in progetto.

In ogni caso l'Impresa dovrà provvedere, a sua cura, all'esecuzione di tutte quelle prove di controllo non distruttive, ed a ogni altra prova di controllo, che saranno richieste dalla DL, tali da eliminare gli eventuali dubbi sulla accettabilità delle modalità esecutive.

Nel caso in cui l'Impresa proponga di variare nel corso dei lavori la metodologia esecutiva, sperimentata ed approvata inizialmente, si dovrà dar corso, sempre a sua cura, alle prove tecnologiche precedentemente descritte.

Di tutte le prove e controlli eseguiti, l'Impresa si farà carico di presentare documentazione scritta.

5.3.6 Rivestimenti metallici

Le caratteristiche geometriche dei rivestimenti, sia provvisori che definitivi, saranno conformi alle prescrizioni di progetto.

Nel caso di pali battuti questi saranno in acciaio, di qualità, forma e spessori tali da sopportare tutte le sollecitazioni durante il trasporto, il sollevamento e l'infissione e senza che subiscano distorsioni o collassi conseguenti alla pressione del terreno od all'infissione dei pali vicini.

Il dimensionamento dei tubi di rivestimento, per pali battuti senza asportazione di terreno, potrà essere effettuato mediante il metodo dell'onda d'urto.

I rivestimenti definitivi dei pali infissi e gettati in opera dovranno avere la base piatta e saldata al fusto.

Questa sarà realizzata mediante una piastra di spessore non inferiore ai 3 mm, saldata per l'intera circonferenza del tubo di rivestimento.

Dovrà essere priva di sporgenze rispetto al rivestimento, la saldatura dovrà impedire l'ingresso di acqua all'interno del tubo per l'intera durata della battitura ed oltre.

La piastra dovrà essere tale da resistere alle sollecitazioni di battitura e ribattitura.

I rivestimenti possono essere realizzati anche a sezione variabile, con l'impiego di raccordi flangiati.

Nel caso di pali battuti con rivestimento definitivo, da realizzare in ambienti aggressivi, la superficie esterna del palo dovrà essere rivestita con materiali protettivi adeguati, da concordare con la Direzione Lavori.

Nel caso di pali battuti gettati in opera con tubo forma estraibile l'espulsione del fondello, occludente l'estremità inferiore del tubo-forma, può essere eseguita con un pistone rigido di diametro pari a quello interno del tubo forma collegato, tramite un'asta rigida, alla base della testa di battuta.

Può essere impiegato tubo-forma dotato di fondello incernierato recuperabile.

Nel caso dei pali trivellati, con tubazioni di rivestimento, questa dovrà essere costituita da tubi di acciaio, di diametro esterno pari al diametro nominale del palo, suddivisi in spezzoni lunghi 2,0 – 2,5 m connessi tra loro mediante manicotti esterni filettati o innesti speciali a baionetta, con risalti interni raccordati di spessore non superiore al 2% del diametro nominale.

L'infissione della tubazione di rivestimento sarà ottenuta imprimendole un movimento rototraslatorio mediante morsa azionata da comandi oleodinamici, oppure applicandole in sommità un vibratore di adeguata potenza (essenzialmente in terreni poco o mediamente addensati, privi di elementi grossolani e prevalentemente non coesivi).

In questo secondo caso, la tubazione potrà essere suddivisa in spezzoni più lunghi di 2,50 m o anche essere costituita da un unico pezzo di lunghezza pari alla profondità del palo.

E' ammessa la giunzione per saldatura degli spezzoni, purchè non risultino varchi nel tubo che possono dar luogo all'ingresso di terreno.

5.3.7 Fanghi bentonitici

I fanghi bentonitici da impiegare nella esecuzione di preforni per l'esecuzione di pali trivellati, saranno ottenuti miscelando fino ad avere una soluzione finemente dispersa, i seguenti componenti:

- acqua (chiara di cantiere);
- bentonite in polvere;

- eventuali additivi (disperdenti, sali tampone, etc.)

5.3.7.1 Bentonite in polvere

La bentonite che verrà impiegata per la realizzazione di fanghi dovranno rispondere ai seguenti requisiti:

residui al setaccio 38 della serie UNI n° 2331-2332	< 1%
Tenore di umidità	< 15%
Limite di liquidità	> 400
Viscosità 1500-1000 Marsh della sospensione al 6% di acqua distillata	> 40 s
Decantazione della sospensione al 6% in 24 ore	< 2%
Acqua "libera" separata per pressofiltrazione di 450 cm ³ della sospensione al 6% in 30 min alla pressione di 0.7 MPa	< 18 cm ³
PH dell'acqua filtrata	7 < pH < 9
Spessore del pannello di fango "cake" sul filtro della filtro-pressa	2,5 mm

La bentonite, certificata dal fornitore, è assoggettata alla sua affinità con le caratteristiche chimico-fisiche del terreno di scavo e dell'acqua di falda.

5.3.7.2 Preparazione fanghi bentonitici

Il dosaggio di bentonite, espresso come percentuale in peso rispetto all'acqua, dovrà risultare di norma compreso fra il 4,5 ed il 9%, salva la facoltà della DL di ordinare dosaggi diversi in sede esecutiva, in relazione ad eventuali problematiche di confezionamento o di appesantimento durante la perforazione.

Gli additivi dovranno essere prescelti tenendo conto della natura e dell'entità degli elettroliti presenti nell'acqua di falda in modo da evitare che essa provochi la flocculazione del fango.

La miscelazione sarà eseguita in impianti automatici con pompe laminatrici o mescolatori ad alta turbolenza accoppiati a cicloni ed operanti a circuito chiuso e con dosatura a peso dei componenti.

In ogni caso dovranno essere installate apposite vasche di adeguata capacità (>20m³) per la "maturazione" del fango, nelle quali esso dovrà rimanere per almeno 24 ore dopo la preparazione, prima di essere impiegato.

Le caratteristiche del fango pronto per l'impiego dovranno essere comprese entro i limiti seguenti:

- peso specifico : non superiore a 1.08 t/m^3
- viscosità Marsh : compresa fra 38" e 55"

L'Impresa dovrà predisporre e mantenere operanti idonee apparecchiature di depurazione del fango che consentono di contenere entro limiti ristretti la quantità di materiale trattenuto in sospensione.

Tali apparecchiature devono essere tali da mantenere le caratteristiche del fango presente nel foro entro i seguenti limiti:

- peso di volume nel corso dello scavo $\leq 12.5 \text{ kN/m}^3$;
- contenuto percentuale volumetrico in sabbia del fango, prima dell'inizio delle operazioni di getto: $< 6\%$

La determinazione dei valori sopraindicati saranno condotte su campioni di fango prelevati a mezzo di campionatore per fluidi in prossimità del fondo dello scavo.

Per riportare il fango entro i limiti indicati esso deve essere fatto circolare per il tempo necessario, attraverso separatori a ciclone (o di pari efficacia), con una condotta dal fondo dello scavo, prima di reimmetterlo all'interno del cavo.

In alternativa, il fango nel cavo dovrà essere sostituito in tutto o in parte con fango fresco.

Il fango estratto sarà in tal caso depurato in un secondo tempo, oppure convogliato a rifiuto presso discariche autorizzate, nel rispetto delle vigenti Norme di Legge.

5.3.7.3 *Fanghi biodegradabili*

Per fango biodegradabile si intende un fluido di perforazione ad alta viscosità che muta spontaneamente le proprie caratteristiche nel tempo, riassumendo dopo pochi giorni le caratteristiche di viscosità proprie dell'acqua.

5.3.7.4 *Caratteristiche e preparazione dei fanghi biodegradabili*

Per la produzione dei fanghi biodegradabili si utilizzeranno di norma prodotti a base di amidi.

La formulazione del fango deve essere preventivamente studiata con prove di laboratorio e comunicata preventivamente alla Direzione Lavori.

Nelle prove occorrerà tenere conto della effettiva temperatura di utilizzo del fango (temperatura dell'acqua disponibile in cantiere, e temperatura dell'acqua di falda).

Il decadimento spontaneo della viscosità deve avvenire di norma dopo un tempo sufficiente al completamento degli scavi.

In linea generale la perdita di viscosità deve iniziare dopo 20 ÷ 40 ore dalla preparazione.

Se necessario, i fanghi potranno essere additivati utilizzando correttivi idrolizzanti.

5.3.8 *Materiali*

Le prescrizioni che seguono sono da considerarsi integrative di quelle riguardanti le Opere in Conglomerato Cementizio, e che si intendono integralmente applicabili.

5.3.8.1 *Armature metalliche*

Le armature metalliche saranno di norma costituite da barre ad aderenza migliorata; le armature trasversali dei pali saranno costituite unicamente da spirali in tondino esterne ai ferri longitudinali.

Le armature saranno preassemblate fuori opera in gabbie; i collegamenti saranno ottenuti con doppia legatura in filo di ferro o con punti di saldatura elettrica.

I pali costruiti in zona sismica dovranno essere armati per tutta la lunghezza.

L'armatura di lunghezza pari a quella del palo dovrà essere posta in opera prima del getto e mantenuta in posto senza poggiarla sul fondo del foro.

Non si ammette di norma 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 dovrà in alcun caso essere inferiore a 7,5 cm con aggregati di diametro minimo non superiore ai 2 cm, e 10 cm con aggregati di diametro superiore.

Le gabbie di armatura saranno dotate di opportuni distanziatori non metallici atti a garantire la centratura dell'armatura ed un copriferro netto minimo di 5.

Per i distanziatori in plastica, al fine di garantire la solidarietà col calcestruzzo, è necessario verificare che la loro superficie sia forata per almeno il 25%.

I centratori saranno posti a gruppi di 3-4 regolarmente distribuiti sul perimetro e con spaziatura verticale di 3-4 m.

Le gabbie di armatura dovranno essere perfettamente pulite ed esenti da ruggine e dovranno essere messe in opera prima 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; ove fosse necessario è ammessa la giunzione, che potrà essere realizzata mediante sovrapposizione non inferiore a 40 diametri.

La posa della gabbia all'interno del tubo forma, per i pali battuti, potrà aver luogo solo dopo aver accertato l'assenza di acqua e/o terreno all'interno dello stesso.

Qualora all'interno del tubo forma si dovesse riscontrare la presenza di terreno soffice o di infiltrazione di acqua la costruzione del palo dovrà essere interrotta, previo riempimento con conglomerato cementizio magro.

Tale palo sarà successivamente sostituito, a cura e spese dell'Impresa, da uno o due pali supplementari, sentito il progettista.

L'Impresa esecutrice dovrà inoltre adottare gli opportuni provvedimenti atti a ridurre la deformazione della gabbia durante l'esecuzione del fusto.

A getto terminato, si dovrà comunque registrare la variazione della quota della testa dei ferri d'armatura.

Al fine di irrigidire le gabbie di armatura potranno essere realizzati opportuni telai cui fissare le barre d'armatura.

Detti telai potranno essere realizzati utilizzando barre lisce verticali legate ad anelli irrigidenti orizzontali; orientativamente, a seconda delle dimensioni e della lunghezza del palo, potrà prevedersi un cerchiante ogni 2.5 – 3 m.

Per i pali trivellati, al fine di eseguire le prove geofisiche che sono descritte nel punto 4.3, l'Impresa dovrà fornire e porre in opera, a sua cura e spese, nel 5% del numero totale dei pali trivellati con un diametro $d \geq 700$ mm, con un minimo di 2 pali, due o tre tubi estesi a tutta la lunghezza del palo, solidarizzati alla gabbia di armatura.

5.3.8.2 *Conglomerato cementizio*

Sarà conforme a ciò che è prescritto nei disegni di progetto e nelle sezione "calcestruzzi" del presente Capitolato.

Il conglomerato sarà confezionato in apposita centrale di preparazione atta al dosaggio a peso dei componenti.

Le classi di aggregato da impiegare dovranno essere tali da soddisfare il criterio della massima densità (curva di Fuller) per la loro granulometria.

La dimensione massima degli inerti deve essere tale che $D_{max}/2,5 \geq i_{min}$ dove i_{min} è il valore minimo del passo fra le barre longitudinali, e comunque non superiore ai 40 mm.

Il cemento da impiegato dovrà soddisfare i requisiti richiesti dalla vigente Legislazione, e dovrà essere scelto in relazione alle caratteristiche ambientali, in particolare, l'aggressività da parte dell'ambiente esterno.

Il conglomerato cementizio dovrà avere una resistenza caratteristica cubica (R_{bk}) così come indicato in progetto, e comunque non inferiore a $R_{bk} \geq 25$.

Il rapporto acqua/cemento non dovrà superare il limite di 0.5, nella condizione di aggregato saturo e superficie asciutta.

La lavorabilità in fase di getto, il calcestruzzo dovrà essere tale da dare uno "slump" al cono di Abrams (UNI EN 206) compreso fra 16 e 20 cm.

Per soddisfare entrambi questi requisiti, potrà essere aggiunto all'impasto un idoneo additivo fluidificante non aerante.

E' ammesso altresì l'uso di ritardanti di presa o di fluidificanti con effetto ritardante.

I prodotti commerciali che l'Impresa si propone di usare dovranno essere sottoposti all'esame ed all'approvazione preventiva della DL.

I mezzi di trasporto dovranno essere tali da evitare segregazione dei componenti.

Il calcestruzzo dovrà essere confezionato e trasportato con un ritmo tale da consentire di completare il getto di ciascun palo senza soluzione di continuità, secondo le cadenze prescritte e rendendo minimo l'intervallo di tempo fra preparazione e getto, e comunque non inferiore a 15 m³/ora per pali di diametro $d < 800$ mm e di 20 m³/ora per pali di diametro $d \geq 800$ mm.

L'Impresa dovrà garantire la disponibilità del calcestruzzo necessario per soddisfare la produzione giornaliera di pali in accordo al programma di costruzione.

5.3.9 Tipologie esecutive

5.3.9.1 Pali infissi prefabbricati

I pali potranno essere prefabbricati fuori opera sia in stabilimenti di produzione sia direttamente in cantiere.

In entrambi i casi il conglomerato cementizio dovrà presentare una resistenza caratteristica cubica (R_{ck}) $R_{ck} \geq 50$ MPa, pertanto dovranno impiegarsi impasti con bassi valori del rapporto acqua/cemento aventi "slump" inferiore ai 7,5 cm (UNI EN 206).

Il conglomerato cementizio dovrà essere opportunamente centrifugato o vibrato, le gabbie di armatura avranno un copriferro netto minimo rispetto alla superficie esterna del palo non inferiore ai 3 cm.

La stagionatura potrà essere naturale in ambiente umido, oppure a vapore.

I pali potranno essere precompressi, se richiesto, mediante il metodo dei fili di acciaio aderenti.

I materiali impiegati dovranno presentare caratteristiche di resistenza (alla compressione e all'urto) tali da consentire l'infissione senza lesioni e rotture, nonché il trasporto ed il sollevamento ed ogni altra sollecitazione a cui i pali saranno sottoposti.

L'estremità inferiore del palo sarà protetta e rinforzata mediante puntazza metallica la cui configurazione è funzione delle caratteristiche e della natura dei terreni del sottosuolo.

Ogni partita di pali dovrà essere accompagnata da un certificato attestante la resistenza caratteristica cubica (R_{ck}) del conglomerato cementizio impiegato, la distribuzione delle armature, la data del getto.

La DL ha la facoltà di far eseguire prove di controllo della geometria del fusto del palo e delle armature e delle caratteristiche di resistenza dei materiali impiegati, il tutto a cura dell'Impresa.

Nel caso di pali aventi lunghezza superiore ai 16 m, è ammesso il ricorso alla giunzione di 2 o più elementi.

Il giunto dovrà essere realizzato con un anello di acciaio con armatura longitudinale, solidale con ciascuno degli spezzoni di palo da unire.

Gli anelli verranno saldati tra loro e protetti con vernici bituminose o epossidiche.

5.3.9.2 *Pali infissi gettati in opera*

Si tratta di pali in c.a. realizzati, senza esportazione alcuna di terreno, previa infissione di un tubo forma provvisorio o permanente costituito da un tubo metallico di adeguato spessore chiuso inferiormente da un tappo provvisorio o non.

Completata l'infissione del tubo forma, dopo aver installato la gabbia di armatura si procede al getto del conglomerato cementizio estraendo contemporaneamente, se previsto, il tubo forma.

L'installazione della gabbia d'armatura sarà preceduta, se previsto dal progetto, dalla formazione di un bulbo di base in conglomerato cementizio, realizzato forzando mediante battitura, il conglomerato cementizio nel terreno.

L'adozione della tipologia di esecuzione sarà conforme a quanto esposto in progetto.

5.3.9.3 *Pali trivellati*

Si tratta di pali ottenuti mediante l'asportazione di terreno e sua sostituzione con conglomerato cementizio armato, con l'impiego di perforazione a rotazione o rotopercussione, eseguiti in materiali di qualsiasi natura e consistenza (inclusi muratura, calcestruzzi, trovanti, strati cementati e roccia dura), anche in presenza di acqua e/o in alveo con acqua fluente.

Nel caso si vengano a riscontrare nel terreno trovanti lapidei o strati rocciosi, nonché per l'ammorsamento in strati di roccia dura, si potrà ricorrere all'impiego di scalpelli frangiroccia a percussione, con opportune strumentazioni per la guida dell'utensile.

L'impiego dello scalpello comporterà l'adozione di un rivestimento provvisorio spinto sino al tetto della formazione lapidea, questo per evitare urti e rimbalzi laterali dello scalpello contro le pareti del foro.

Possono essere usati sempre per tale scopo altri utensili adatti (eliche per roccia, etc.).

5.3.9.4 *Pali trivellati con fanghi bentonitici*

La perforazione sarà eseguita mediante l'impiego dell'utensile di scavo ritenuto più idoneo allo scopo e con le attrezzature della potenza adeguata, in relazione alle condizioni ambientali, litologiche ed idrogeologiche dei terreni da attraversare nonché alle dimensioni dei pali da eseguire.

Il fango bentonitico impiegato nella perforazione dovrà avere le caratteristiche riportate nel punto 1.9.10.

Il livello del fango nel foro dovrà in ogni caso essere più alto della massima quota piezometrica delle falde presenti nel terreno lungo la perforazione.

Il franco dovrà risultare di norma non inferiore ad 1,0 m, e non dovrà scendere al di sotto di 0,60 m all'atto dell'estrazione dell'utensile nel foro.

La distanza minima fra gli assi di due perforazioni attigue in corso appena ultimate o in corso di getto, dovrà essere tale da impedire pericolosi fenomeni di interazione e comunque non inferiore ai 5 diametri.

Se nella fase di completamento della perforazione fosse accertata l'impossibilità di eseguire rapidamente il getto (sosta notturna, mancato trasporto del conglomerato cementizio, etc.), sarà necessario interrompere la perforazione alcuni metri prima ed ultimarla solo nell'imminenza del getto.

Completata la perforazione, si procederà alla sostituzione del fango sino al raggiungimento dei prescritti valori del contenuto in sabbia ed alla pulizia del fondo foro.

5.3.9.5 Pali trivellati con fanghi biodegradabili

Valgono le indicazioni già riportate nel caso dei pali trivellati con fanghi bentonitici.

Il fango biodegradabile dovrà soddisfare le indicazioni riportate al punto precedente.

5.3.9.6 Pali trivellati con rivestimento provvisorio

Per quanto riguarda le attrezzature di perforazione, queste dovranno soddisfare i requisiti di cui sopra.

La perforazione non dovrà essere approfondita al di sotto della scarpa del tubo di rivestimento.

In presenza di falda il foro dovrà essere tenuto costantemente pieno di acqua (o eventualmente di fango bentonitico), con livello non inferiore a quello della piezometrica della falda.

L'infissione sottoscarpa della colonna di rivestimento dovrà consentire di evitare rifluimenti da fondo foro.

La tubazione è costituita da tubi di acciaio di diametro esterno pari al diametro nominale del palo, suddivisi in spezzoni connessi tra loro mediante innesti speciali del tipo maschio-femmina.

L'infissione della tubazione di rivestimento sarà ottenuta imprimendole un movimento rototraslatorio mediante opportuna attrezzatura rotary e/o morsa azionata da comandi oleodinamici, oppure in terreni poco o mediamente addensati, privi di elementi grossolani e prevalentemente non-coesivi, applicando in sommità un vibratore di idonea potenza.

In quest'ultimo caso la tubazione potrà essere suddivisa in spezzoni, ma anche essere costituita da un unico pezzo di lunghezza pari alla profondità del palo.

E' ammessa la giunzione per saldatura degli spezzoni, purchè non risultino varchi nel tubo che possono dar luogo all'ingresso di terreno.

5.3.9.7 Pali trivellati ad elica continua armati dopo il getto

Si utilizzeranno escavatori equipaggiati con rotary a funzionamento idraulico o elettrico montate su asta di guida, e dotate di dispositivo di spinta.

L'altezza della torre e le caratteristiche della rotary (coppia, spinta) dovranno essere commisurate alla profondità da raggiungere.

La perforazione sarà eseguita mediante una trivella ad elica continua, di lunghezza e diametro corrispondenti alle caratteristiche geometriche dei pali da realizzare.

L'anima centrale dell'elica deve essere cava, in modo da consentire il successivo passaggio del calcestruzzo. All'estremità inferiore dell'anima sarà posta una punta a perdere, avente lo scopo di impedire l'occlusione del condotto.

La perforazione avverrà di norma regolando coppia e spinta in modo da avere condizioni di infissione prossime al perfetto avvitamento. In ogni caso il volume di terreno estratto per caricamento della trivella deve essere non superiore al volume teorico della perforazione.

Qualora si riscontrassero rallentamenti della perforazione in corrispondenza di livelli di terreno intermedi o dell'eventuale strato portante inferiore, l'Impresa, con l'accordo della Direzione Lavori potrà:

- eseguire prefori di diametro inferiore al diametro nominale di pali;
- ridurre la lunghezza di perforazione.

5.3.9.7.1 Formazione del fusto del palo

Il calcestruzzo verrà pompato pneumaticamente entro il cavo dell'asta di perforazione che verrà progressivamente estratta, di norma senza rotazione.

La cadenza di getto deve assicurare la continuità della colonna di conglomerato.

Pertanto l'estrazione dell'asta di trivellazione deve essere effettuata ad una velocità congruente con la portata di calcestruzzo pompato, adottando tutti gli accorgimenti necessari ad evitare sbulbature, ovvero a evitare interruzioni del getto.

In particolare il circuito di alimentazione del getto dovrà essere provvisto di un manometro di misura della pressione.

Durante l'operazione si dovrà verificare che la pressione sia mantenuta entro l'intervallo di 50÷150 kPa. Il getto dovrà essere prolungato fino a piano campagna, anche nei casi in cui la quota finita del palo sia prevista a quota inferiore.

La gabbia, verrà inserita a getto concluso mediante l'ausilio di un vibratore.

Dovranno essere adottati tutti gli accorgimenti atti ad assicurare il centramento della gabbia entro la colonna di calcestruzzo appena formata.

Se necessario, la gabbia dovrà essere adeguatamente irrigidita per consentirne la infissione.

L'operazione di infissione deve essere eseguita immediatamente dopo l'ultimazione del getto, prima che abbia inizio la presa del calcestruzzo.

5.3.9.8 *Pali trivellati ad elica continua armati prima del getto*

Valgono le prescrizioni di cui al punto precedente.

5.3.9.8.1 *Formazione del fusto del palo*

L'armatura verrà inserita entro l'anima della trivella elicoidale, il cui diametro interno deve essere congruente con il diametro della gabbia di armatura.

All'interno della gabbia dovrà essere inserito un adeguato mandrino, da tenere contrastato sul dispositivo di spinta della rotary per ottenere l'espulsione del fondello a perdere, con effetto di precarica alla base del palo.

La gabbia dovrà essere costruita in conformità con il disegno di progetto e nel rispetto delle specifiche riportate in precedenza.

Per il getto del calcestruzzo valgono le specifiche riportate in precedenza.

5.3.9.9 *Micropali*

Le tecniche di perforazione e le modalità di getto dovranno essere definite in relazione alla natura dei materiali da attraversare e delle caratteristiche idrogeologiche locali.

La scelta delle attrezzature di perforazione ed i principali dettagli esecutivi, nel caso di situazioni stratigrafiche particolari o per l'importanza dell'opera, dovranno essere messi a punto a cura e spese dell'Impresa, anche mediante l'esecuzione di micropali di prova, approvati dalla DL prima dell'inizio della costruzione dei micropali.

Dovranno essere adottate durante la perforazione tutte le tecniche per evitare il franamento del foro, la contaminazione delle armature, l'interruzione e/o l'inglobamento di terreno nella guaina cementizia che solidarizza l'armatura al terreno circostante.

Le perforazioni dovranno quindi essere eseguite con rivestimento, ed i detriti allontanati mediante opportuni fluidi di perforazione.

Questo potrà consistere in:

- acqua;
- fanghi bentonitici;
- schiuma
- aria, nel caso di perforazione a rotopercolazione con martello a fondo foro, o in altri casi approvati dalla DL.

E' di facoltà della DL far adottare la perforazione senza rivestimento, impiegando solamente fanghi bentonitici.

La perforazione "a secco" senza rivestimento potrà essere adottata, previa comunicazione alla DL, solo in terreni uniformemente argillosi di media ed elevata consistenza, esenti da intercalazioni incoerenti e non interessati da falde che possono causare ingresso di acqua nel foro, caratterizzati da valori della resistenza al taglio non drenata (c_u) che alla generica profondità di scavo H soddisfi la seguente condizione:

$$c_u \geq \gamma H/3$$

dove:

γ = peso di volume totale;

Inoltre, la perforazione "a secco" è ammissibile solo dove possa essere eseguita senza alcun ingresso alcuno di acqua nel foro, ed è raccomandata nei terreni argillosi sovraconsolidati.

5.3.9.9.1 Tolleranze geometriche

- Le tolleranze ammesse sono le seguenti:
- la posizione planimetrica non dovrà discostarsi da quella di progetto più di 5 cm, salvo diverse indicazioni della DL;
- la deviazione dell'asse del micropalo rispetto all'asse di progetto non dovrà essere maggiore del 2%;
- la sezione dell'armatura metallica non dovrà risultare inferiore a quella di progetto;
- il diametro dell'utensile di perforazione dovrà risultare non inferiore al diametro di perforazione di progetto;
- quota testa micropalo: ± 5 cm;
- lunghezza: ± 15 cm.

5.3.9.9.2 Tracciamento

Prima di iniziare la perforazione l'Impresa dovrà, a sua cura e spese, individuare sul terreno la posizione dei micropali mediante appositi picchetti sistemati in corrispondenza dell'asse di ciascun palo.

Su ciascun picchetto dovrà essere riportato il numero progressivo del micropalo quale risulta dalla pianta della palificata.

Tale pianta, redatta e presentata alla DL dall'Impresa esecutrice, dovrà indicare la posizione planimetrica di tutti i micropali, inclusi quelli di prova, contrassegnati con numero progressivo.

5.3.9.9.3 Armatura

Le armature metalliche dovranno soddisfare le prescrizioni di cui al presente articolo e saranno in ogni caso estese a tutta la lunghezza del micropalo.

5.3.9.9.4 *Armatura con barre di acciaio per c.a.*

Si useranno barre longitudinali ad aderenza migliorata.

Saranno pre-assemblate in gabbie da calare nel foro al termine della perforazione, la giunzione tra i vari elementi della gabbia sarà ottenuta mediante doppia legatura; tra una gabbia e la successiva (in caso di pali di profondità eccedente le lunghezze commerciali delle barre) la giunzione avverrà per saldatura delle barre longitudinali corrispondenti.

Quando previsto dal progetto si potranno adottare micropali armati con un'unica barra senza spirale.

In ogni caso le armature saranno corredate da distanziatori non metallici (blocchetti di malta o elementi di materia plastica) idonei ad assicurare un copriferro minimo di 3 cm disposti a intervalli longitudinali non superiore a 2,5 m.

5.3.9.9.5 *Armature tubolari*

Si useranno tubi di acciaio Fe 430 – Fe 510, senza saldatura longitudinale del tipo per costruzioni meccaniche.

Le giunzioni tra i diversi spezzoni di tubo potranno essere ottenute mediante manicotti filettati o saldati.

Tali giunzioni dovranno consentire una trazione pari almeno all'80% del carico ammissibile a compressione.

Nel caso i tubi di armatura siano anche dotati di valvole per l'iniezione, essi dovranno essere scovolati internamente dopo l'esecuzione dei fori di uscita della malta (fori $d = 8$ mm) allo scopo di asportare le sbavature lasciate dal trapano.

Le valvole saranno costituite da manicotti di gomma di spessore minimo $s = 3.5$ mm, aderenti al tubo e mantenuti in posto mediante anelli in fili di acciaio (diametro 4 mm) saldati al tubo in corrispondenza dei bordi del manicotto.

La valvola più bassa sarà posta subito sopra il fondello che occlude la base del tubo.

Anche le armature tubolari dovranno essere dotate di distanziatori non metallici per assicurare un copriferro minimo di 3 cm, posizionati di preferenza sui manicotti di giunzione.

5.3.9.9.6 *Armature con profilati in acciaio*

Le caratteristiche geometriche e meccaniche dei profilati dovranno essere conformi a quelle prescritte in progetto.

Di norma i profilati dovranno essere costituiti da elementi unici.

Saranno ammesse giunzioni saldate, realizzate con l'impiego di adeguati fazzoletti laterali, nel caso di lunghezze superiori ai valori degli standard commerciali (12 – 14 m).

Le saldature saranno dimensionate ed eseguite in conformità alle Norme vigenti.

5.3.9.9.7 Malte e miscele cementizie

Il cemento da impiegare dovrà essere scelto in relazione alle caratteristiche ambientali, prendendo in considerazione in particolare l'aggressività dell'ambiente esterno.

Gli inerti saranno di norma utilizzati solo per il confezionamento di malte da utilizzare per il getto dei micropali a semplice cementazione.

In relazione alle prescrizioni di progetto l'inerte sarà costituito da sabbie fini, polveri di quarzo, polveri di calcare, o ceneri volanti.

Nel caso di impiego di ceneri volanti, ad esempio provenienti dai filtri di altoforni, si dovrà utilizzare materiale totalmente passante al vaglio da 0,075 mm.

E' ammesso l'impiego di additivi fluidificanti non aeranti. L'impiego di acceleranti potrà essere consentito solo in situazioni particolari. Schede tecniche di prodotti commerciali che l'Impresa si propone di usare dovranno essere inviate preventivamente alla Direzione Lavori per informazione.

Per quanto riguarda le malte e le miscele cementizie queste di norma dovranno presentare resistenza cubica pari a :

$$R_{ck} \geq 25 \text{ MPa}$$

A questo scopo si prescrive che il dosaggio in peso dei componenti sia tale da soddisfare un rapporto acqua/cemento:

$$a/c \leq 0.5$$

La composizione delle miscele di iniezione, riferita ad 1 m³ di prodotto, dovrà essere la seguente:

- acqua : 600 kg
- cemento : 1200 kg
- additivi : 10 ÷ 20 kg

con un peso specifico pari a circa:

$$\gamma = 1.8 \text{ kg/dm}^3$$

Nella definizione della composizione delle malte, prevedendo un efficace mescolazione dei componenti atta a ridurre la porosità dell'impasto, si può fare riferimento al seguente dosaggio minimo, riferito ad 1 m³ di prodotto finito:

- acqua : 300 kg
- cemento: 600 kg
- additivi: 5 ÷ 10 kg
- inerti : 1100 ÷ 1300 kg

5.3.9.9.8 *Micropali a iniezioni ripetute ad alta pressione*

La perforazione sarà eseguita mediante sonda a rotazione o rotoperussione, con rivestimento continuo e circolazione di fluidi, fino a raggiungere la profondità di progetto.

Per la circolazione del fluido di perforazione saranno utilizzate pompe a pistoni con portate e pressioni adeguate. Si richiedono valori minimi di 200 l/min e 25 bar, rispettivamente.

Nel caso di perforazione a roto-percussione con martello a fondo-foro si utilizzeranno compressori di adeguata potenza; le caratteristiche minime richieste sono:

- portata $\geq 10 \text{ m}^3/\text{min}$
- pressione 8 bar.

5.3.9.9.9 *Formazione del fusto del micropalo*

Completata la perforazione si provvederà a rimuovere i detriti presenti nel foro, o in sospensione nel fluido di perforazione, prolungando la circolazione del fluido stesso fino alla sua completa chiarificazione.

Si provvederà quindi ad inserire l'armatura tubolare valvolata, munita di centratori, fino a raggiungere la profondità di progetto.

Sono preferibili i centratori non metallici. Il tubo dovrà essere prolungato fino a fuoriuscire a bocca foro per un tratto adeguato a consentire le successive operazioni di iniezione.

Di norma si procederà immediatamente alla cementazione del micropalo (guaina); la messa in opera delle armature di frettaggio, ove previste, sarà eseguita successivamente all'iniezione.

La solidarizzazione dell'armatura al terreno verrà eseguita in due o più fasi.

Non appena completata la messa in opera del tubo valvolato di armatura, si provvederà immediatamente alla formazione della guaina cementizia, iniettando attraverso la valvola più profonda un quantitativo di miscela sufficiente a riempire l'intercapedine tra le pareti del foro e l'armatura tubolare.

Contemporaneamente si procederà alla estrazione dei rivestimenti provvisori, quando utilizzati, e si effettueranno i necessari rabbocchi di miscela cementizia.

Completata l'iniezione di guaina si provvederà a lavare con acqua il cavo interno del tubo di armatura.

Trascorso un periodo di 12 ÷ 24 ore dalla formazione della guaina, si darà luogo alla esecuzione delle iniezioni selettive per la formazione del bulbo di ancoraggio.

Si procederà valvola per valvola, a partire dal fondo, tramite un packer a doppia tenuta collegato al circuito di iniezione.

La massima pressione di apertura delle valvole non dovrà superare il limite di 60 bar; in caso contrario la valvola potrà essere abbandonata.

Ottenuta l'apertura della valvola, si darà luogo all'iniezione in pressione fino ad ottenere i valori dei volumi di assorbimento e di pressione prescritti in progetto.

Per pressione di iniezione si intende il valore minimo che si stabilisce all'interno del circuito.

L'iniezione dovrà essere tassativamente eseguita utilizzando portate non superiori a 30 l/min, e comunque con valori che, in relazione alla effettiva pressione di impiego, siano tali da evitare fenomeni di fratturazione idraulica del terreno (claquage).

I volumi di iniezione saranno di norma non inferiori a tre volte il volume teorico del foro, e comunque conformi alle prescrizioni di progetto.

Nel caso in cui l'iniezione del previsto volume non comporti il raggiungimento della prescritta pressione di rifiuto, la valvola sarà nuovamente iniettata, trascorso un periodo di 12 ÷ 24 ore.

Fino a quando le operazioni di iniezione non saranno concluse, al termine di ogni fase occorrerà procedere al lavaggio interno del tubo d'armatura.

Per eseguire l'iniezione si utilizzeranno delle pompe oleodinamiche a pistoni, a bassa velocità, aventi le seguenti caratteristiche minime:

- pressione max di iniezione : ≈ 100 bar
- portata max : ≈ 2 m³/ora
- n. max pistonate/minuto : ≈ 60 .

Le caratteristiche delle attrezzature utilizzate dovranno essere comunicate alla Direzione Lavori, specificando in particolare alesaggio e corsa dei pistoni.

5.3.9.9.10 Micropali con riempimento a gravità o a bassa pressione

Nella conduzione della perforazione ci si atterrà alle prescrizioni di cui al punto 1.9.14.8.

5.3.9.9.11 Formazione del fusto del micropalo

Completata la perforazione e rimossi i detriti, in accordo alle prescrizioni cui al punto 1.9.14.9, si provvederà ad inserire entro il foro l'armatura, che dovrà essere conforme ai disegni di progetto.

La cementazione potrà avvenire con riempimento a gravità o con riempimento a bassa pressione.

Nel primo caso il riempimento del foro, dopo la posa delle armature, dovrà avvenire tramite un tubo di alimentazione disceso fino a 10-15 cm dal fondo, collegato alla pompa di mandata o agli iniettori.

Nel caso si adotti una miscela contenente inerti sabbiosi, ovvero con peso di volume superiore a quello degli eventuali fanghi di perforazione, il tubo convogliatore sarà dotato superiormente di un imbuto o tramoggia di carico; si potrà anche procedere al getto attraverso l'armatura, se tubolare e di diametro interno ≥ 80 mm.

Nel caso di malta con inerti fini o di miscela cementizia pura, senza inerti, si potrà usare per il getto l'armatura tubolare solo se di diametro interno inferiore a 50 mm; in caso diverso si dovrà ricorrere ad un tubo di convogliamento separato con un diametro contenuto entro i limiti sopracitati.

Il riempimento sarà proseguito fino a che la malta immessa risalga in superficie senza inclusioni o miscele con il fluido di perforazione. Si dovrà accertare la necessità o meno di effettuare rabbocchi, da eseguire preferibilmente tramite il tubo di convogliamento.

Nel secondo caso, il foro dovrà essere interamente rivestito; la posa della malta o della miscela avverrà in un primo momento, entro il rivestimento provvisorio, tramite un tubo di convogliamento come descritto al paragrafo precedente.

Successivamente si applicherà al rivestimento una idonea testa a tenuta alla quale si invierà aria in pressione (0,5÷0,6 MPa) mentre si solleverà gradualmente il rivestimento fino alla sua prima giunzione. Si smonterà allora la sezione superiore del rivestimento e si applicherà la testa di pressione al tratto residuo di rivestimento, previo rabboccamento dall'alto per riportare a livello la malta.

Si procederà analogamente per le sezioni successive fino a completare l'estrazione del rivestimento.

In relazione alla natura del terreno potrà essere sconsigliabile applicare la pressione d'aria agli ultimi 5-6 m di rivestimento da estrarre, per evitare la fratturazione idraulica degli strati superficiali.

5.3.10 Prove di carico

Generalità

In seguito vengono fornite le indicazioni tecniche generali per l'esecuzione di prove di carico su pali.

Le prove di carico hanno principalmente lo scopo di:

- accertare eventuali deficienze esecutive nel palo;
- verificare i margini di sicurezza disponibili nei confronti della rottura del sistema palo-terreno;
- valutare le caratteristiche di deformabilità del sistema palo-terreno.

Si definiscono:

- prove di collaudo le prove effettuate su pali e micropali facenti parte della fondazione, dei quali non bisogna compromettere l'integrità; il carico massimo da raggiungere nel corso della prova (P_{max}) è in generale pari a 1,5 volte il carico di esercizio (P_{es});
- prove a carico limite le prove effettuate su pali e micropali appositamente predisposti all'esterno della palificata, spinte fino a carichi di rottura del sistema palo-terreno o prossimi ad essa; il carico massimo da raggiungere nel corso della prova (P_{max}) è in generale pari a 2,5÷3 volte il carico di esercizio (P_{es});

Il numero e l'ubicazione dei pali e micropali da sottoporre a prova di carico devono essere stabiliti in funzione dell'importanza dell'opera, dell'affidabilità, in termini quantitativi, dei dati geotecnici disponibili e del grado di omogeneità del terreno.

L'Impresa dovrà effettuare prove di carico assiale sull'1% dei pali e micropali, con un minimo di almeno due pali o micropali per ogni opera e le prove di collaudo saranno eseguite in numero pari allo 0,5% del numero totale dei pali, con un numero minimo di 1 palo per opera.

I pali soggetti a prova di carico assiale potranno, a discrezione della DL, essere sottoposti anche a prova di ammettenza meccanica per valutare, tramite correlazione, la capacità portante statica di pali soggetti solo a prove dinamiche; la prova di ammettenza meccanica non è prevista per i micropali.

Le caratteristiche dei pali o micropali di prova (lunghezza, diametro, modalità esecutive, caratteristiche dei materiali, ecc.) dovranno essere del tutto simili a quelle dei pali o micropali dimensionati in fase di progetto.

5.3.10.1 Prove sui pali di grande diametro

Prove di carico assiale

I carichi di prova saranno definiti di volta in volta dal progettista, in relazione alle finalità della prova stessa.

Di norma il massimo carico di prova P_{prova} sarà:

- $P_{prova} = 1,5 P_{esercizio}$ per $D \leq 100$ cm e $P_{prova} = 1,2 P_{esercizio}$ per $D > 100$ cm
- $P_{prova} = P_{lim}$

ove con P_{lim} si indica la portata limite dell'insieme palo-terreno.

Attrezzatura e dispositivi di prova

Il carico sarà applicato mediante uno o più martinetti idraulici, con corsa ≥ 200 mm, posizionati in modo da essere perfettamente centrati rispetto all'asse del palo.

I martinetti saranno azionati da una pompa idraulica esterna. Martinetti e manometro della pompa saranno corredati da un certificato di taratura recente (≈ 3 mesi).

Nel caso di impiego di più martinetti occorre che:

- i martinetti siano uguali;
- l'alimentazione del circuito idraulico sia unica.

La reazione di contrasto sarà di norma ottenuta tramite una zavorra la cui massa M dovrà essere non inferiore a 1.2 volte la massa equivalente al massimo carico di prova:

$$M \geq 1,2 \cdot P_{prova} / g = 0,12 P_{prova}$$

La zavorra sarà sostenuta con una struttura costituita da una trave metallica di adeguata rigidità sul cui estradosso, tramite una serie di traversi di ripartizione, vanno posizionati blocchi di cls o roccia.

In alternativa la zavorra potrà essere sostituita con:

- pali di contrasto, dimensionati a trazione;
- tiranti di ancoraggio collegati ad un dispositivo di contrasto.

In questi casi si avrà cura di ubicare i pali o i bulbi di ancoraggio dei tiranti a sufficiente distanza dal palo di prova (minimo 3 diametri).

L'Impresa, nel caso di prove di carico con pali di contrasto, dovrà redigere un progetto dettagliato delle prove di carico indicando numero, interassi, dimensioni, e lunghezza dei pali;

Qualora sia richiesto l'uso di una centralina oleodinamica preposta a fornire al/ai martinetti la pressione necessaria, questa dovrà essere di tipo sufficientemente automatizzato per poter impostare il carico con la velocità richiesta, variarla in caso di necessità e mantenere costante il carico durante le soste programmate.

Per misurare il carico applicato alla testa del palo si interporrà tra il martinetto di spinta ed il palo una cella di carico del tipo ad estensimetri elettrici di opportuno fondo scala.

Nel caso non fosse disponibile tale tipo di cella, il carico imposto al palo verrà determinato in base alla pressione fornita ai martinetti misurata con un manometro oppure, dove previsto, misurata con continuità da un trasduttore di pressione collegato al sistema di acquisizione automatico e, in parallelo, con un manometro.

Il manometro ed il trasduttore di pressione, se utilizzati, dovranno essere corredati da un rapporto di taratura rilasciato da non più di 3 mesi da un laboratorio ufficiale.

Lo strumento di misura dovrà avere fondo scala e precisione adeguati e non inferiore al 5% del carico applicato per i manometri e del 2% per le celle di carico.

Se viene impiegato soltanto il manometro, il relativo quadrante dovrà avere una scala adeguata alla precisione richiesta.

E' raccomandato l'inserimento di un dispositivo automatico in grado di mantenere costante (± 20 kN) il carico applicato sul palo, per tutta la durata di un gradino di carico ed indipendentemente dagli abbassamenti della testa del palo.

Per la misura dei cedimenti, saranno utilizzati tre comparatori centesimali, con corsa massima non inferiore a 50 mm, disposti a $\approx 120^\circ$ intorno all'insieme palo-terreno.

Il sistema di riferimento sarà costituito da una coppia di profilati metallici poggianti su picchetti infissi al terreno ad una distanza di almeno 3 diametri dal palo.

Il sistema sarà protetto dall'irraggiamento solare mediante un telo sostenuto con un traliccio di tubi innocenti.

Preliminarmente all'esecuzione delle prove saranno eseguiti cicli di misure allo scopo di determinare l'influenza delle variazioni termiche e/o di eventuali altre cause di disturbo.

Dette misure, compreso anche il rilievo della temperatura, saranno effettuate per un periodo di 24 ore con frequenze di 2 ore circa.

Preparazione della prova

I pali prescelti saranno preparati mediante regolarizzazione della testa previa scapitozzatura del cls e messa a nudo del fusto per un tratto di ≈ 50 cm.

Nel tratto di fusto esposto saranno inserite n. 3 staffe metalliche, a 120° , per la successiva apposizione dei micrometri.

Sopra la testa regolarizzata si stenderà uno strato di sabbia di circa 3 cm di spessore, oppure una lastra di piombo.

Si provvederà quindi a poggiare una piastra metallica di ripartizione del carico di diametro adeguato, in modo da ricondurre la pressione media sul conglomerato a valori compatibili con la sua resistenza a compressione semplice.

La zavorra sarà messa a dimora dopo avere posizionato la trave di sostegno su due appoggi laterali, posti a circa 3 diametri dall'asse del palo.

L'altezza dei due appoggi deve essere sufficiente a consentire il posizionamento dei martinetti e dei relativi centratori e del sistema di riferimento per la misura dei cedimenti ($h_{\min.} = 1,5$ m).

Tra i martinetti e la trave sarà interposto un dispositivo di centramento del carico, allo scopo di eliminare il pericolo di ovalizzazione del pistone.

Gli stessi accorgimenti saranno adottati anche nel caso in cui la trave o struttura di contrasto farà capo a pali o tiranti di ancoraggio.

Programma di carico

Il programma di carico sarà definito di volta in volta, in relazione alla finalità della prova.

Di norma si farà riferimento al seguente schema, che prevede due cicli di carico e scarico, da realizzarsi come di seguito specificato.

1° CICLO

- a) Applicazione di "n" ($n \geq 4$) gradini di carico successivi, di entità pari a δP , fino a raggiungere il carico P_{es} .
- b) In corrispondenza di ciascun gradino di carico si eseguiranno misure dei cedimenti con la seguente frequenza:
 - $t = 0$ (applicazione del carico)
 - $t = 2'$
 - $t = 4'$
 - $t = 8'$
 - $t = 15'$

Si proseguirà quindi ogni 15' fino a raggiunta stabilizzazione, e comunque per non più di 2 ore.

Il cedimento è considerato stabilizzato se, a parità di carico, è soddisfatta la condizione tra due misure successive ($t = 15'$):

$$\delta s \leq 0,025 \text{ mm.}$$

Per il livello corrispondente a P_{es} il carico viene mantenuto per un tempo minimo di 4 ore; quindi si procede allo scarico mediante almeno 4 gradini, in corrispondenza dei quali si eseguono misure a:

- $t = 0$
- $t = 5'$
- $t = 10'$
- $t = 15'$

Allo scarico le letture verranno eseguite anche a:

- $t = 30'$
- $t = 45'$
- $t = 60'$

2° CICLO

- a) Applicazione di "m" ($m \geq 9$) gradini di carico δP fino a raggiungere il carico P_{prova} (o P_{lim}).
- b) In corrispondenza di ogni livello di carico si eseguiranno misure di cedimento con la stessa frequenza e limitazioni di cui al punto "b" del 1° Ciclo.
- c) Il carico P_{prova} , quando è minore di P_{lim} , sarà mantenuto per un tempo minimo di 4 ore; quindi il palo sarà scaricato mediante almeno 3 gradini (di entità $3 \delta P$) con misure a:

- $t = 0$
- $t = 5'$
- $t = 10'$
- $t = 15'$

A scarico ultimato si eseguiranno misure fino a $t = 60'$; una lettura finale sarà effettuata 12 ore dopo che il palo è stato completamente scaricato.

Si considererà raggiunto il carico limite P_{lim} , e conseguentemente si interromperà la prova, allorquando risulti verificata una delle seguenti condizioni:

- cedimento (P_{lim}) ≥ 2 cedimento ($P_{lim} - \delta P$)
- cedimento (P_{lim}) $\geq 0,10$ diametri.

Risultati della prova

Le misure dei cedimenti saranno registrate utilizzando moduli contenenti:

- il n° del palo con riferimento ad una planimetria;
- l'orario di ogni singola operazione;
- la temperatura;
- il carico applicato;
- il tempo progressivo di applicazione del carico;
- le corrispondenti misure di ogni comparatore;
- i relativi valori medi;
- le note ed osservazioni.

Le tabelle complete delle letture tempo-carico-cedimento costituiranno il verbale della prova.

Le date e il programma delle prove dovranno essere altresì comunicati alla Direzione Lavori con almeno 7 giorni di anticipo sulle date di inizio.

La documentazione fornita dall'esecutore della prova dovrà comprendere i seguenti dati:

- tabelle complete delle letture tempo-carico-cedimento che le indicazioni singole dei comparatori e la loro media aritmetica; (Sono richieste anche le fotocopie chiaramente leggibili della documentazione originale di cantiere ("verbale")).
- diagrammi carichi-cedimenti finali per ciascun comparatore e per il valore medio; diagrammi carichi-cedimenti (a carico costante) per ciascun comparatore e per il valore medio;
- numero di identificazione e caratteristiche nominali del palo (lunghezza, diametro);
- stratigrafia del terreno rilevata durante la perforazione (pali trivellati);
- geometria della prova (dispositivo di contrasto, travi portamicrometri, etc.);
- disposizione, caratteristiche e certificati di taratura della strumentazione;
- scheda tecnica del palo, preparata all'atto dell'esecuzione.
- relazione tecnica riportante l'elaborazione dei dati e l'interpretazione della prova medesima nonché l'individuazione del carico limite con il metodo dell'inverse pendenze.

Prove di carico su pali strumentati

Quando richiesto, le prove di carico assiali, oltre che per definire la curva carico-cedimento alla testa del palo, avranno lo scopo di valutare l'entità e la distribuzione del carico assiale e della curva di mobilitazione dell'attrito lungo il palo. Pertanto dovranno essere predisposte una serie di sezioni strumentate nel fusto del palo, e anche alla base del palo stesso. I dispositivi indicati nel presente paragrafo sono pertanto da considerarsi aggiuntivi rispetto a quanto descritto nel punto precedente.

Per i pali strumentati, ad ultimazione del getto, verrà eseguito un controllo generale della strumentazione per verificare l'integrità a seguito delle operazioni di realizzazione del palo.

Ulteriori controlli con registrazione dei dati verranno eseguiti a 7, 14 e 28 giorni ed immediatamente prima della prova di carico. Quest'ultima costituirà la misura di origine per le successive letture.

Attrezzature e dispositivi di prova

Lungo il fusto del palo saranno predisposte delle sezioni strumentate il cui numero e la cui ubicazione sarà stabilito di volta in volta in accordo con la Direzione Lavori. In ogni caso dovranno essere previste almeno 4 sezioni strumentate.

Indicativamente la sezione strumentata superiore sarà ubicata in prossimità della testa del palo, esternamente al terreno.

Qualora non fosse possibile realizzare la sezione strumentata di testa al di sopra del piano lavoro, dopo l'esecuzione del palo si procederà ad isolare il palo dal terreno circostante fino alla quota della sezione strumentata di testa; in questo caso la sezione strumentata di testa sarà posizionata il più vicino possibile al piano lavoro.

Le dimensioni geometriche di questa sezione strumentata dovranno essere accuratamente misurate prima delle prove.

Tale sezione consentirà di avere indicazioni sul modulo del calcestruzzo in corrispondenza dei vari gradini di carico e sarà di riferimento per il comportamento di tutte le altre.

Ogni sezione strumentata sarà costituita da almeno 3 estensimetri elettrici disposti su di una circonferenza, a circa 120° l'uno dall'altro.

Le celle estensimetriche saranno fissate all'armatura longitudinale e protette dal contatto diretto con il calcestruzzo.

Esse saranno corredate di rapporto di taratura rilasciato da un laboratorio ufficiale. Per ogni sezione strumentata si ammetteranno tolleranze non superiori a 10 cm rispetto alla quota teorica degli estensimetri elettrici.

La punta del palo verrà strumentata mediante una cella di carico costituita da estensimetri elettrici.

La sezione verrà ubicata alla distanza di circa 1 diametro dalla base del palo.

La misura degli spostamenti alla base del palo verrà realizzata con un estensimetro meccanico a base lunga. Esso misurerà le deformazioni relative tra la base e la testa del palo.

L'ancoraggio dello strumento sarà posizionato alla quota degli estensimetri elettrici e la misura sarà riportata in superficie mediante un'asta di acciaio rigida avente coefficiente di dilatazione termica comparabile con quello del calcestruzzo.

Sarà eliminato il contatto con il calcestruzzo circostante mediante una tubazione rigida di acciaio di circa 1" di diametro esterno.

Particolare cura sarà posta nel rendere minimo l'attrito tra asta interna e tubazione esterna utilizzando, ad esempio, distanziali di materiale antifrizione e altri sistemi analoghi, prestando attenzione ad usarne un numero sufficiente, ma non eccessivo.

Occorrerà garantire una perfetta tenuta tra l'ancoraggio ed il tubo esterno al fine di evitare intrusioni di calcestruzzo nell'intercapedine asta-tubo di protezione all'atto del getto.

Come per gli altri tipi di tubazione anche questa sarà portata sino in superficie a fuoriuscire dalla testa del palo a fianco della piastra di ripartizione.

In questo punto verranno installati dei trasduttori di spostamento lineari con fondo scala di circa 20÷30 mm e precisione dello 0,2% del fondo scala, per la misura in continuo degli spostamenti relativi fra il tubo di protezione (testa del palo) e l'ancoraggio solidale alla base del palo.

La testa di questo strumento andrà adeguatamente protetta contro avverse condizioni atmosferiche, contro urti meccanici accidentali e contro le variazioni di temperatura.

Gli estensimetri andranno fissati alle staffe dell'armatura e saranno dotati di barre di prolunga in acciaio da entrambi i lati non inferiori a 50 cm.

Gli strumenti saranno adeguatamente protetti da possibili urti del tubo getto con rinforzi e protezioni in acciaio da definirsi sul posto.

Tutti i cavi elettrici provenienti dagli estensimetri dovranno essere protetti dal diretto contatto meccanico con i ferri d'armatura.

Normalmente si farà in modo che le tubazioni da inserire nella gabbia siano simmetricamente disposte all'interno della sezione.

L'uscita dei cavi dalla testa del palo non dovrà costituire un ingombro alle operazioni successive.

Le modalità di installazione e protezione dei cavi saranno comunicate alla Direzione Lavori.

Prove di carico laterale

Queste prove dovranno essere effettuate nel caso in cui ai pali di fondazione sia affidato il compito di trasmettere al terreno carichi orizzontali di rilevante entità.

Il numero ed i pali da sottoporre a prova sarà definito dal progettista e/o concordato con la Direzione Lavori.

Nella esecuzione delle prove ci si atterrà alle prescrizioni già impartite per le prove di carico assiale, salvo quanto qui di seguito specificato.

Il contrasto sarà di norma ottenuto utilizzando un palo di caratteristiche geometriche analoghe, distante almeno 3 diametri.

Il martinetto sarà prolungato mediante una trave di opportuna rigidità.

Gli spostamenti saranno misurati su entrambi i pali. Si utilizzeranno per ciascun palo 2 coppie di comparatori centesimali fissati alla stessa quota; la prima coppia sarà disposta in posizione frontale rispetto alla direzione di carico; la seconda coppia sarà disposta in corrispondenza dell'asse trasversale alla direzione di carico.

Per la misura delle deformazioni durante la prova di carico, la Direzione Lavori indicherà i pali nei quali posizionare, prima del getto, dei tubi inclinometrici.

Si utilizzeranno tubi in alluminio a 4 scanalature, diametro $d = 81/76$ mm, resi solidali alla gabbia di armatura a mezzo di opportune legature.

Le misure saranno effettuate con una sonda inclinometrica perfettamente efficiente, di tipo bi-assiale, previo rilevamento delle torsioni iniziali del tubo-guida.

Se richiesto dalla Direzione Lavori anche i pali sottoposti a prove di carico laterale potranno avere sezioni strumentate con estensimetri elettrici a varie profondità.

5.3.10.2 Prove di carico su micropali

Prove di carico assiale

I carichi di prova saranno definiti di volta in volta dal progettista, in relazione alle finalità della prova stessa.

Di norma il massimo carico di prova P_{prova} sarà:

- $P_{prova} = 1,5 P_{esercizio}$
- $P_{prova} = P_{lim}$

ove con P_{lim} si indica la portata limite dell'insieme micropalo-terreno.

Attrezzature e dispositivi di prova

Le attrezzature ed i dispositivi per l'applicazione e per la misura del carico, ed i dispositivi per la misura dei cedimenti saranno conformi alle specifiche di cui al punto precedente.

E' ammessa l'esecuzione di prove di carico a compressione mediante contrasto su micropali laterali, a condizione che:

- le armature tubolari e le eventuali giunzioni filettate dei micropali di contrasto siano in grado di resistere ai conseguenti sforzi di trazione;
- la terna di micropali sia giacente sullo stesso piano verticale o inclinato.

Nel caso di micropali inclinati dovranno essere adottati tutti gli accorgimenti atti ad evitare l'insorgere di carichi orizzontali e/o momenti flettenti dovuti ad eccentricità, che potrebbero influenzare i risultati della prova.

I risultati forniti dai micropali di contrasto potranno essere utilizzati quali valori relativi a prove di carico a trazione, se i carichi effettivamente applicati sono significativi a norma di quanto definito nel punto precedente.

I micropali prescelti saranno preparati mettendo a nudo il fusto per un tratto di ≈ 20 cm ed eliminando tutte le superfici di contatto e di attrito con eventuali plinti, solette, murature, etc..

Nel tratto di fusto esposto saranno inserite 3 staffe metalliche, a 120° , per il posizionamento dei micrometri.

Si provvederà quindi a fissare sulla testa del micropalo una piastra metallica di geometria adeguata ad ospitare il martinetto, ed a trasferire il carico sul micropalo.

La zavorra sarà messa a dimora dopo avere posizionato la trave di sostegno su due appoggi laterali, posti a circa 3 m dall'asse del micropalo.

L'altezza degli appoggi dovrà essere sufficiente a consentire il posizionamento del martinetto e del relativo centratore, e del sistema di riferimento per la misura dei cedimenti.

Tra il martinetto e la trave sarà interposto un dispositivo di centramento del carico, allo scopo di eliminare il pericolo di ovalizzazione del pistone.

Gli stessi accorgimenti saranno adottati anche nel caso in cui la trave di contrasto farà capo ad una coppia di micropali posti lateralmente al micropalo da sottoporre a prova di compressione.

Programma di carico

Il programma di carico sarà definito di volta in volta, in relazione alle finalità della prova.

Di norma si farà riferimento al seguente schema, che prevede 3 cicli di carico e scarico, da realizzarsi come di seguito specificato.

1° CICLO

a) Applicazione di "**n**" ($n \geq 4$) gradini di carico successivi, di entità pari a δP , fino a raggiungere il carico P_{ES} .

b) In corrispondenza di ciascun gradino di carico si eseguiranno misure dei cedimenti con la seguente frequenza:

- $t = 0$ (applicazione del carico)
- $t = 2'$
- $t = 4'$
- $t = 8'$
- $t = 15'$

si proseguirà quindi ogni 15' fino a raggiunta stabilizzazione, e comunque per non più di 2 ore.

Il cedimento s è considerato stabilizzato se, a parità di carico, è soddisfatta la condizione tra due misure successive ($\delta t = 15'$):

$$s \leq 0,025 \text{ mm.}$$

c) Per il livello corrispondente a P_{ES} il carico viene mantenuto per un tempo minimo di 4 ore; quindi si procede allo scarico mediante almeno 3 gradini, in corrispondenza dei quali si eseguono misure a $t = 0$, $t = 5'$, $t = 10'$, $t = 15'$.

Allo scarico le letture verranno eseguite anche a $t = 30'$, $t = 45'$ e $t = 60'$.

2° CICLO

- a) Applicazione rapida di un carico di entità $1/3 P_{ES}$
- b) Lettura dei cedimenti a $t = 0$, $1'$, $2'$, $4'$, $8'$, $15'$
- c) Scarico rapido e letture a $t = 0$ e $5'$
- d) Applicazione rapida di un carico di entità $2/3 P_{ES}$
- e) Lettura dei cedimenti come in "b"
- f) Scarico come in "c"
- g) Applicazione rapida di un carico di entità pari a P_{ES}
- h) Lettura dei cedimenti come in "b"
- i) Scarico con letture a $t = 0$, $5'$, $10'$, $15'$ e $30'$.

3° CICLO

- a) Applicazione di "m" ($m \geq 9$) gradini di carico δP fino a raggiungere il carico P_{prova} (o P_{lim}).
- b) In corrispondenza di ogni livello di carico si eseguiranno misure di cedimento con la stessa frequenza e limitazioni di cui al 1° ciclo, punto "b".
- c) Il carico P_{prova} , quando è $< P_{lim}$, sarà mantenuto per un tempo minimo di 4 ore; quindi il palo sarà scaricato mediante almeno 3 gradini con misure a $t = 0$, $t = 5'$ e $t = 10'$ e $t = 15'$. A scarico ultimato si eseguiranno misure fino a $t = 60'$.

Si considererà raggiunto il carico limite P_{lim} , e conseguentemente si interromperà la prova, allorquando misurando il cedimento s risulterà verificata una delle seguenti condizioni:

- $s (P_{lim}) \geq 2 \cdot s (P_{lim} - \delta P)$
- $s (P_{lim}) \geq 0,2 d + s_{el}$

ove :

d = diametro del micropalo

s_{el} = cedimento elastico del micropalo.

Risultati delle prove

Le misure dei cedimenti saranno registrate con le stesse modalità indicate al punto precedente.

5.3.10.3 Prove non distruttive

Scopo dei controlli non distruttivi è quello di verificare le caratteristiche geometriche e meccaniche dei pali, non compromettendone l'integrità strutturale. A tale scopo potrà essere richiesta l'esecuzione di:

- A) prove geofisiche;
- B) carotaggio continuo meccanico;
- C) scavi attorno al fusto del palo.

Per tutti i controlli non distruttivi l'impresa provvederà a sottoporre alla approvazione della Direzione Lavori le specifiche tecniche di dettaglio.

Prove geofisiche

Possono essere eseguite mediante emissione di impulsi direttamente alla testa del palo o lungo il fusto entro fori precedentemente predisposti.

Il primo tipo di controllo potrà essere eseguito per qualsiasi tipo di palo; il secondo sarà applicato ai soli pali trivellati di diametro > 800 mm.

Il numero dei controlli sarà di volta in volta stabilito dalla Direzione Lavori anche in relazione alla importanza dell'opera, al tipo di palo, alle caratteristiche geotecniche e idrogeologiche dei terreni di fondazione e alle anomalie riscontrate durante l'esecuzione dei pali.

I pali da sottoporre a controllo mediante prove geofisiche saranno prescelti dalla Direzione Lavori.

Prove geofisiche da testa palo verranno eseguite dall'Impresa a sua cura, sotto il controllo della Direzione Lavori, sul 15% del numero totale dei pali e comunque su tutti quei pali ove fossero state riscontrate inosservanze rispetto a quanto prescritto dal presente Capitolato.

Con riferimento ai soli pali trivellati, l'Impresa dovrà provvedere, a sua cura, sotto il controllo della Direzione Lavori, all'esecuzione di controlli eseguiti entro fori precedentemente predisposti, sul 5% del numero totale dei pali con un minimo di due.

Sui pali prescelti per tali prove, lungo il fusto dovrà essere predisposta, prima delle operazioni di getto, l'installazione di tubi estesi a tutta la lunghezza del palo, entro cui possono scorrere le sondine di emissione e ricezione degli impulsi.

I tubi saranno solidarizzati alla gabbia di armatura, resi paralleli tra loro e protetti dall'ingresso di materiali.

Gli stessi saranno almeno due per pali aventi diametro $d \leq 1200$ mm ed almeno tre per diametri superiori.

Le prove dovranno essere eseguite alternando entro i fori le posizioni delle sonde trasmettente e ricevente.

Carotaggio continuo meccanico

Il carotaggio dovrà 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 saranno impiegati doppi carotieri provvisti di corona diamantata aventi diametro interno minimo pari a 60 mm.

Nel corso della perforazione dovranno 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 saranno eseguite prove di laboratorio atte a definire le caratteristiche fisico-meccaniche e chimiche.

Al termine del carotaggio si provvederà a riempire il foro mediante boiaccia di cemento immessa dal fondo foro.

Il carotaggio si eseguirà a cura dell'Impresa, quando ordinato della Direzione Lavori, in corrispondenza di quei pali ove si fossero manifestate inosservanze rispetto alle indicazioni riportate nel presente Capitolato e alle disposizioni della medesima.

Scavi attorno al fusto del palo

Verranno 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 dovrà essere messo a nudo e pulito con un violento getto d'acqua e reso accessibile all'ispezione visiva.

Successivamente si provvederà a riempire lo scavo con materiali e modalità di costipamento tali da garantire il ripristino della situazione primitiva.

Tali operazioni saranno eseguite, a cura e spese dell'Impresa, in corrispondenza di quei pali ove si fossero manifestate inosservanze rispetto alle indicazioni riportate nel presente Capitolato e alle disposizioni della Direzione Lavori.

5.4 ACCIAIO

5.4.1 Generalità

Esse dovranno essere progettate e costruite tenendo conto di quanto disposto:

- 1) dalla Legge 5 novembre 1971 n° 1086 "Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica" (G.U. n° 321 del 21-12-1971);
- 2) dal D.M. 9 Gennaio 1996 "Norme Tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche" (S.O. n° 19 alla G.U. n° 29 del 5-2-

1996) e dal precedente D.M. 14 febbraio 1992 (S.O. n° 55 alla G.U. n° 65 del 18-3-1992) per alcune norme tecniche, ancora applicabili, concernenti il calcolo e le verifiche col metodo delle tensioni ammissibili e le relative regole di progettazione ed esecuzione;

3) dalla circolare Ministero LL.PP. n° 252 del 15-10-1996 (S.O. n. 207 alla G.U. n° 277 del 26-11-1996) concernente "Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche di cui al D.M. 9-1-1996";

4) dalla Legge 2 febbraio 1974 n° 64 "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche" (G.U. n° 76 del 21-3-1974);

5) dal D.M. 16 Gennaio 1996 "Norme Tecniche relative ai "Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi" (S.O. n° 19 alla G.U. n. 29 del 5-2-1996) e del D.M. 4 marzo 1996 "Proroga dei termini di entrata in vigore delle suddette Norme tecniche";

6) dalla circolare Ministero LL.PP. n° 156 del 4-7-1996 (S.O. n° 151 alla G.U. n° 217 del 16-9-1996) concernente "Istruzioni per l'applicazione delle "Norme Tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi" di cui al D.M. 16-1-1996";

7) dal D.M. 16 Gennaio 1996 "Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche" (S.O. n. 19 alla G.U. n° 29 del 5-2-1996) e sue istruzioni emanate con Circolare Ministero LL.PP n. 65 del 10 aprile 1997 (S.O. n. 89 alla G.U. n° 97 del 28- 4-1997)

8) dal D. M. 4 maggio 1990 "Aggiornamento delle Norme Tecniche per la progettazione la esecuzione ed il collaudo dei ponti stradali" (G.U. n° 24 del 29-1-1991) e sue istruzioni emanate con circolare del Ministero dei LL.PP. n° 34233 del 25-2-1991 (circolare ANAS n° 28/1991 del 18-6-1991).

L'Impresa sarà tenuta a presentare in tempo utile, prima dell'approvvigionamento dei materiali, all'esame ed all'approvazione della D.L.;

a) il progetto costruttivo delle opere e la relazione completa dei calcoli giustificativi di tutti gli elementi della costruzione nonché le luci di influenza delle deformazioni elastiche nei punti della struttura preventivamente concordata con la D.L.

Nel progetto costruttivo dovranno essere completamente definiti tutti i particolari costruttivi elencati nelle norme sopracitate.

Nella relazione di calcolo dovranno essere indicate le modalità di montaggio dell'opera, specificando il funzionamento statico della struttura nelle diverse fasi del montaggio;

b) tutte le indicazioni necessarie all'esecuzione delle opere di fondazione e alla corretta impostazione delle strutture metalliche sulle medesime.

I progetti costruttivi dovranno essere redatti a cura e spese dell'Impresa e dovranno corrispondere a tipi e norme stabiliti dalla D.L. oltre che a tutte le disposizioni di legge e norme ministeriali vigenti in materia.

Sugli elaborati di progetto, firmati dal progettista e dall'Impresa, dovranno essere riportati tipi e qualità degli acciai da impiegare.

In sede di approvazione dei progetti, la D.L. stabilirà in particolare i tipi e la estensione dei controlli sulle saldature in conformità a quanto stabilito dal D.M. 9 gennaio 1996, sopracitato, e tenuto conto di quanto prescritto al riguardo nella relazione.

Dopo l'approvazione del progetto costruttivo da parte della D.L., dovrà presentare a quest'ultima, in lucido e copie, i disegni esecutivi di officina sui quali dovranno essere riportate anche le distinte da cui risultino: numero, qualità, dimensioni, grado di finitura e pesi teorici di ciascun elemento costituente la struttura.

L'Impresa, inoltre, deve far conoscere per iscritto, prima dell'approvvigionamento dei materiali che intende impiegare, la loro provenienza, avuto riferimento alle distinte di cui sopra.

5.4.2 Collaudo tecnologico dei materiali

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

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

Le prove e le modalità di esecuzione saranno quelle prescritte dal D.M. 9 gennaio 1996.

5.4.3 Collaudo dimensionale e di lavorazione

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

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

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

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

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

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

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

5.4.4 Montaggio

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

Durante il carico, il trasporto, lo scarico, il deposito e il montaggio, si dovrà porre la massima cura per evitare che le strutture vengano deformate o sovrassollecitate.

Le parti a contatto con funi, catene od altri organi di sollevamento saranno opportunamente protette.

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

In particolare, per quanto riguarda le strutture a travata, si dovrà controllare che la controfrecchia ed il posizionamento sugli apparecchi di appoggio siano conformi alle indicazioni di progetto, rispettando le tolleranze previste.

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

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

Se il diametro del foro alesato risulta superiore al diametro nominale del bullone, oltre la tolleranza prevista dal D.M. 9 gennaio 1996 sopracitato, si dovrà procedere alla sostituzione del bullone con un diametro superiore.

Nei collegamenti ad attrito con bulloni ad alta resistenza è prescritta l'esecuzione della sabbiatura a metallo bianco non più di due ore prima dell'unione.

È ammesso il serraggio dei bulloni con chiave pneumatica purché questa venga controllato con chiave dinamometrica, la cui taratura dovrà risultare da certificato rilasciato da Laboratorio ufficiale in data non anteriore ad un mese.

Per ogni unione con bulloni, l'Impresa effettuerà, alla presenza della Direzione dei Lavori, un controllo di serraggio su un numero di bulloni pari al 10% del totale ed in ogni caso su non meno di quattro.

Dopo il completamento della struttura e prima dell'esecuzione della prova di carico, l'Impresa dovrà effettuare la ripresa della coppia di serraggio di tutti i bulloni costituenti le unioni, dandone preventiva comunicazione alla Direzione dei Lavori.

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

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

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

5.4.5 Prove di carico e collaudo statico delle strutture in acciaio

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

Ove nulla osti, si procederà quindi alle prove di carico ed al collaudo statico delle strutture, operazioni che verranno condotte, a cura e spese dell'Impresa, secondo le prescrizioni contenute nei Decreti Ministeriali: 4 maggio 1990 e 9 gennaio 1996.

5.5 CALCESTRUZZI

5.5.1 Normativa di riferimento

Le presenti prescrizioni si intendono integrative delle Norme Tecniche emanate in applicazione all'art. 21 della legge n° 1086 del 05/11/1971 e delle norme di legge vigenti in merito a leganti, inerti, acqua di impasto ed additivi nonché delle relative Norme UNI.

In particolare le verifiche e le elaborazioni di cui sopra saranno condotte osservando tutte le vigenti disposizioni di Legge e le Norme emanate in materia.

L'Impresa sarà tenuta all'osservanza:

- della Legge 5 novembre 1971, n. 1086 "Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica" (G.U. n. 321 del 21.12.1971);
- della Legge 2 febbraio 1974, n. 64 "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche" (G.U. n. 76 del 21.03.1974);
- del D.M. 4 maggio 1990 "Aggiornamento delle Norme Tecniche per la progettazione, la esecuzione ed il collaudo dei ponti stradali" (G.U. n. 24 del 29.01.1991) e sue istruzioni emanate con circolare del Ministero dei Lavori Pubblici n. 34233 del 25.02.1991 (Circolare ANAS. n. 28/1991 del 18.06.1991).

- del D.M. 14 febbraio 1992 “Norme Tecniche per l’esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche (S.O. alla G.U. n. 65 del 18.03.1992);
- del D.M. 9 gennaio 1996 “Norme Tecniche per l’esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche” (S.O. alla G.U. n. 19 del 05.02.1996);
- del D.M. 16 gennaio 1996 “Norme Tecniche relative ai criteri generali per la verifica delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi” (S.O. alla G.U. n. 29 del 05.02.1996) e relative integrazioni, proroghe e istruzioni emanate con circolare del Ministero LL.PP. n° 65 del 10.04.1997 (S.O. alla G.U. n. 97 del 28.04.1997);
- della circolare del Ministero LL.PP. n° 156 del 04.07.1996 concernente “Istruzioni per l’applicazione delle Norme Tecniche relative ai criteri generali e la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi” (S.O. alla G.U. n. 217 del 16.09.1996);
- della circolare del Ministero LL.PP. n° 252 del 15.10.1996 concernente “Istruzioni per l’applicazione delle Norme Tecniche per il calcolo, l’esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche” (S.O. alla G.U. n. 227 del 26.11.1996);

Gli elaborati di progetto, dovranno indicare i tipi e le classi di calcestruzzo ed i tipi di acciaio da impiegare.

L’Impresa sarà tenuta inoltre a presentare all’esame della Direzione Lavori i progetti delle opere provvisorie (centine, armature di sostegno e attrezzature di costruzione).

In particolare, prima dell’inizio dei getti di ciascuna opera d’arte, l’Impresa sarà tenuta a presentare in tempo utile all’esame della Direzione dei Lavori, i risultati dello studio preliminare di qualificazione eseguito per ogni tipo di conglomerato cementizio la cui classe figura nei calcoli statici delle opere comprese nell’appalto al fine di comprovare che il conglomerato proposto avrà resistenza non inferiore a quella richiesta dal progetto.

La Direzione dei Lavori autorizzerà l’inizio dei getti dei conglomerati cementizi solo dopo aver avuto dall’Impresa i certificati dello studio preliminare di cui al punto precedente rilasciati da Laboratori Ufficiali ed aver effettuato gli opportuni riscontri, ivi comprese ulteriori prove di laboratorio.

L’esame e la verifica, da parte della Direzione dei Lavori, dei progetti delle opere e dei certificati degli studi preliminari di qualificazione, non esonerano in alcun modo l’Impresa dalle responsabilità derivanti per legge e per pattuizione di contratto.

Quindi resta stabilito che, malgrado i controlli eseguiti dalla Direzione dei Lavori, l’Impresa rimane l’unica e diretta responsabile delle opere a termine di legge, pertanto sarà tenuta a rispondere degli inconvenienti di qualunque natura, importanza e conseguenza che avessero a verificarsi.

5.5.2 Classificazione dei conglomerati cementizi

Nella Tabella I, vengono riportati i tipi di conglomerato cementizio ed i loro campi di impiego, in via generale, salvo diverse indicazioni del Progettista.

Tabella I

TIPO DI CONGLOMERATO	IMPIEGO DEI CONGLOMERATI	Cementi Ammessi *	MASSIMO Rapporto A/C	CONSISTENZA UNI 9418 Abbassamento	Acqua Essudata UNI 7122	CLASSI Rck ****
I	impalcati in c.a. e c.a.p., pile e spalle di ponti, viadotti, cavalcavia, sottovia, ponticelli di luce superiore a 8.00 m, new jersey; -Barriere e parapetti	Pozzolánico, Altoforno, Portland **	0.45	≥ 16 cm ***	≤ 0.1%	≥40 MPa
II	-Muri di sottoscarpa e controripa c.a, ponticelli di luce sino a 8.00 m; -Tombini scatolari; -Fondazioni armate (pali, plinti, diaframmi, ecc.) -Conglomerati cementizi per cunette, cordoli, pavimentazioni;	Pozzolánico, Altoforno, Portland **	0.50	≥ 16 cm	≤ 0.1%	≥30 MPa
III	-Muri di sottoscarpa e controripa in conglomerato cementizio anche se debolmente armato (fino ad un massimo di 30 kg per m3); -Fondazioni non armate (pozzi, sottoplinti, ecc.); -Rivestimenti di tubazioni (tombini tubolari, ecc.) Prismi per difese spondali;	Pozzolánico Altoforno, Portland **	0.55	≥ 16 cm	≤ 0.2%	≥25 MPa

*in presenza di concentrazione di solfati e CO₂ aggressiva, il progettista dovrà indicare il cemento più opportuno allo scopo.

** ammesso alle condizioni del successivo punto 4.4.3.1.

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

***salvo richieste di resistenze maggiori definite nel progetto.

Le prescrizioni relative alla classe di conglomerato cementizio (resistenza caratteristica cubica a 28 giorni di stagionatura espressa in MPa) sono da ritenersi come minime.

5.5.3 Caratteristiche dei materiali costituenti i conglomerati cementizi

5.5.3.1 Cemento

Per i manufatti in calcestruzzo armato, potranno essere impiegati unicamente cementi classe 32.5, 32.5 R, 42.5, 42.5 R, 52.5, 52.5 R che soddisfino i requisiti di accettazione previsti dalla Legge 26/05/1965 n° 595, dal DM 03/06/1968, nel Decreto del Ministero dell'Industria, il Commercio e l'Artigianato del 13/09/1993, nonché nel DM 09/03/1988 n°126, con l'esclusione del cemento alluminoso.

In caso di ambienti aggressivi chimicamente, il progettista dovrà indicare il cemento da utilizzare.

L'Impresa deve avere cura di approvvigionare il cemento presso cementerie che operino con sistemi di qualità certificati.

All'inizio dei lavori essa dovrà presentare alla D.L. un impegno, assunto dalle cementerie prescelte, a fornire cemento per il quantitativo previsto e i cui requisiti soddisfino i requisiti chimici e fisici richiesti dalle norme di accettazione.

Tale dichiarazione sarà essenziale affinché la D.L. possa dare il benestare per l'approvvigionamento del cemento presso le cementerie prescelte.

Nel caso in cui esso venga approvvigionato allo stato sfuso, il relativo trasporto dovrà effettuarsi a mezzo di contenitori che lo proteggano dall'umidità ed il pompaggio del cemento nei silos deve essere effettuato in modo da evitare la miscelazione fra tipi diversi.

I sili dovranno garantire la perfetta tenuta nei confronti dell'umidità atmosferica, ciascun silo dovrà contenere un cemento di un unico tipo, unica classe ed unico produttore chiaramente identificato da appositi contrassegni.

Se approvvigionato in sacchi, dovrà essere sistemato su pedane poste su un pavimento asciutto e in ambiente chiuso.

E' vietato l'uso di cementi diversi per l'esecuzione di ogni singola opera o elemento costruttivo.

5.5.3.2 Inerti

Gli inerti impiegati per il confezionamento del conglomerato cementizio potranno provenire da vagliatura e trattamento dei materiali alluvionali o da frantumazione di materiali di cava e dovranno avere caratteristiche conformi a quelle previste per la Classe A nella Norma UNI 8520 parte 2^a.

Dovranno essere costituiti da elementi non gelivi privi di parti friabili e polverulente o scistose, argilla e sostanze organiche.

Non dovranno contenere i minerali dannosi:

- pirite;
- marcasite;
- pirrotina;
- gesso;
- solfati solubili.

A cura dell'Impresa, sotto il controllo della D.L., dovrà essere accertata, mediante esame mineralogico (UNI EN 932 parte 3) presso un laboratorio ufficiale, l'assenza dei minerali indesiderati e di forme di silice reattiva verso gli alcali del cemento (opale, calcedonio, tridimite, cristoballite, quarzo cristallino in stato di alterazione o tensione, selce, vetri vulcanici, ossidiane), per ciascuna delle cave di provenienza dei materiali.

Ove fosse presente silice reattiva si procederà all'esecuzione delle prove della Norma UNI 8520 parte 22, punto 3, con la successione e l'interpretazione ivi descritte.

Copia della relativa documentazione dovrà essere custodita dalla D.L. e dall'Impresa.

In assenza di tali certificazioni il materiale non potrà essere posto in opera, e dovrà essere allontanato e sostituito con materiale idoneo.

Nella Tabella 2 sono riepilogate le principali prove cui devono essere sottoposti gli inerti.

Tali esami, dovranno essere effettuati prima dell'autorizzazione all'impiego, per ogni cambiamento di cava o materiali nel corpo di cava, ogni 8000 m³ di materiali impiegati e comunque almeno una volta all'anno, nonché ogni volta la Direzione Lavori lo riterrà necessario, salvo per quanto riguarda il contenuto di solfati e di cloruri che dovrà essere effettuato giornalmente.

Per quanto riguarda il coefficiente di forma degli inerti e la granulometria si dovrà verificare che soddisfino alle indicazioni riportate nel predetto punto, ogni 1000 m³ di materiale impiegato, nonché ogni volta che la D.L. lo riterrà necessario.

Tabella 2

CARATTERISTICHE	PROVE	NORME	TOLLERANZA DI ACCETTABILITÀ
Gelività degli aggregati	Gelività	CNR 80 UNI EN 1367-1	Perdita di massa ≤ 4% dopo 20 cicli
Resistenza all'abrasione	Los Angeles	CNR 34 UNI EN 1097-2	Perdita di massa LA 30%
Compattezza degli aggregati	Degradabilità delle soluzioni solfatiche	UNI EN 1367-2	Perdita di massa dopo 5 cicli ≤ 10%
Presenza di gesso e	Analisi chimica degli inerti	UNI EN	SO ₃ ≤ 0,05%

solforati solubili		1744-1	
Presenza di argille	Equivalente in sabbia	UNI EN 933	ES \geq 80 VB \leq 0,6 cm ³ /gr di fini
Presenza di pirite, marcasite e pirrotina	Analisi petrografica	UNI EN 932-3	Assenti
Presenza di sostanze organiche	Determinazione colorimetrica	UNI EN 1744-1	Per aggregato fine: colore della soluzione piÙ chiaro dello standard di riferimento
Presenza di forme di silice reattiva	Potenziale reattivit dell'aggregato: metodo chimico Potenziale attivit delle miscele cemento aggregati: metodo del prisma di malta	UNI 8520 (parte 22)	UNI 8520 (parte 22 punto 4) UNI 8520 (parte 22 punto 5)
Presenza di cloruri solubili	Analisi chimica	UNI EN 1744-1	Cl \leq 0,05%
Coefficiente di forma e di appiattimento	Determinazione dei coefficienti di forma e di appiattimento	UNI EN 933-3	Cf \geq 0,15 (D _{max} = 32 mm) Cf \geq 0,12 (D _{max} = 64 mm)
Frequenza delle prove	La frequenza sar definita dal progettista e/o prescritta dalla D.L. Comunque dovranno essere eseguite prove: prima dell'autorizzazione all'impiego; per ogni cambiamento di cava o materiali nel corpo di cava; ogni 8000 mc di aggregati impiegati.		

Saranno rifiutati pietrischetti, pietrischi e graniglie aventi un coefficiente di forma, determinato secondo UNI EN 933-3, minore di 0,15 (per un diametro massimo D_{max} fino a 32 mm) e minore di 0,12 (per un diametro massimo D_{max} fino a 64 mm).

La curva granulometrica dovr essere tale da ottenere il massimo peso specifico del conglomerato cementizio a parit di dosaggio di cemento e di lavorabilit dell'impasto e dovr consentire di ottenere i requisiti voluti sia nell'impasto fresco (consistenza, omogeneit, lavorabilit, aria inglobata, etc.) che nell'impasto indurito (resistenza, permeabilit, modulo elastico, ritiro, viscosit, durabilit, etc.).

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

Gli inerti dovranno essere suddivisi in almeno tre pezzature, la piÙ fine non dovr contenere piÙ del 15% di materiale trattenuto al vaglio a maglia quadrata da 5 mm di lato.

Le singole pezzature non dovranno contenere frazioni granulometriche appartenenti alle pezzature inferiori, in misura superiore al 15% e frazioni granulometriche, appartenenti alle pezzature superiori, in misura superiore al 10% della pezzatura stessa.

5.5.3.3 *Acqua di impasto*

L'acqua di impasto dovr soddisfare ai requisiti stabiliti dalle norme tecniche emanate con DM 09/01/1996 in applicazione dell'Art. 21 della Legge 1086 del 5/11/1971.

L'acqua dovrà essere aggiunta nella quantità prescritta in relazione al tipo di conglomerato cementizio, tenendo conto dell'acqua contenuta negli inerti (Norma UNI EN 933-1) in modo da rispettare il previsto rapporto acqua/cemento.

Se l'acqua proviene da pozzo, le suddette analisi dovranno essere effettuate ogni 3.

5.5.3.4 Additivi e disarmanti

Le loro caratteristiche dovranno essere verificate sperimentalmente in sede di qualifica dei conglomerati cementizi, esibendo inoltre, certificati di prova di Laboratorio Ufficiale che dimostrino la conformità del prodotto alle disposizioni vigenti.

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

E' vietato usare lubrificanti di varia natura e olii esausti come disarmanti.

Dovranno essere impiegati prodotti specifici, conformi alla norma UNI 8866, per i quali è stato verificato che non macchino o danneggino la superficie del conglomerato cementizio indurito.

5.5.4 Qualifica preliminare dei conglomerati cementizi

L'Impresa è tenuta all'osservanza della Legge 5/11/1971 n. 1086 "Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica, nonché delle Norme Tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della predetta legge (D.M. del 09/01/96 e successivi aggiornamenti).

Lo studio, per ogni classe di conglomerato cementizio che figura nei calcoli statici delle opere, dovrà essere fornito almeno 30 giorni prima dell'inizio dei getti.

Tale studio, da eseguire presso un Laboratorio Ufficiale, dovrà comprovare la conformità del conglomerato cementizio e dei singoli componenti.

In particolare, nella relazione di qualificazione dovrà essere fatto esplicito riferimento a:

- resistenza caratteristica a compressione R_{ck}
- durabilità delle opere (UNI 8981),
- diametro massimo dell'aggregato (UNI 8520),
- tipi di cemento e dosaggi minimi ammessi,
- modulo elastico secante a compressione (UNI 6556)
- contenuto d'aria del conglomerato cementizio fresco (UNI EN 12350-7)
- ritiro idraulico (UNI 6555)
- resistenza ai cicli di gelo-disgelo (UNI 7087)
- impermeabilità (ISO DIS 7032)

Inoltre, si dovrà sottoporre all'esame della Direzione Lavori:

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

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

Le miscele verranno autorizzate qualora la resistenza a compressione media per ciascun tipo di conglomerato cementizio, misurata a 28 giorni sui provini prelevati dagli impasti di prova all'impianto di confezionamento, non si discosti di $\pm 10\%$ dalla resistenza indicata nella relazione di qualificazione.

Dette prove saranno eseguite sui campioni confezionati in conformità a quanto previsto ai punti a), b), c) e f).

I laboratori, il numero dei campioni e le modalità di prova saranno quelli indicati dalla Direzione Lavori.

L'esame e la verifica, da parte della D.L. dei certificati dello studio preliminare, non esonerano in alcun modo l'Impresa dalle responsabilità ad essa derivanti per legge e per contratto, restando stabilito che, malgrado i controlli eseguiti dalla D.L., essa Impresa rimane l'unica e diretta responsabile delle opere a termine di legge.

Caratteristiche dei materiali e composizione degli impasti, definite in sede di qualifica, non possono essere modificati in corso d'opera.

Qualora eccezionalmente, si prevedesse una variazione dei materiali, la procedura di qualifica dovrà essere ripetuta.

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

Si puntualizza che per la realizzazione delle opere in conglomerato cementizio dovrà comunque essere

impiegato esclusivamente "conglomerato cementizio a prestazione garantita" secondo la Norma UNI EN 206.

5.5.5 Controlli in corso d'opera

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

Per consentire l'effettuazione delle prove in tempi congruenti con le esigenze di avanzamento dei lavori, l'Impresa dovrà disporre di uno o più laboratori attrezzati, per l'esecuzione delle prove previste, in cantiere e/o all'impianto di confezionamento, ad eccezione delle determinazioni chimiche che dovranno essere eseguite presso un Laboratorio Ufficiale.

5.5.5.1 Granulometria degli inerti

Gli inerti oltre a soddisfare le prescrizioni precedentemente riportate dovranno appartenere a classi granulometricamente diverse e mescolati nelle percentuali richieste formando miscele granulometricamente costanti tali che l'impasto fresco ed indurito abbia i prescritti requisiti di resistenza, consistenza, aria inglobata, permeabilità e ritiro.

La curva granulometrica dovrà, in relazione al dosaggio di cemento, garantire la massima compattezza al conglomerato cementizio.

Il diametro massimo dell'inerte dovrà essere scelto in funzione delle dimensioni dei copriferri ed interferri, delle caratteristiche geometriche delle cassaforme, delle modalità di getto e del tipo di mezzi d'opera.

I controlli saranno quelli riportati al punto Inerti.

5.5.5.2 Resistenza dei conglomerati cementizi

Durante l'esecuzione delle opere cementizie per la determinazione delle resistenze a compressione dei conglomerati, per la preparazione e stagionatura dei provini, per la forma e dimensione degli stessi e relative casseforme, dovranno essere osservate le prescrizioni previste dall'allegato 2 delle Norme Tecniche del D.M. 9 Gennaio 1996.

Ad integrazione di tali norme, la Direzione dei Lavori ordinerà n. 3 (tre) prelievi costituiti ciascuno da n. 2 provini in modo da poter assoggettare uno dei prelievi a prove preliminari di accettazione presso il laboratorio di cantiere, o altro posto nelle vicinanze del cantiere stesso; resta inteso che il secondo prelievo andrà sottoposto a prove presso un Laboratorio ufficiale ed il terzo prelievo sarà utilizzato, all'occorrenza, nel caso si rendesse necessario eseguire altre prove.

Nel caso che il valore della resistenza caratteristica cubica (R_{ck}) ottenuta sui provini assoggettati a prove nei laboratori di cantiere risulti essere inferiore a quello indicato nei calcoli statici e nei disegni di progetto, la D.L. potrà, a suo insindacabile giudizio, ordinare la sospensione dei getti dell'opera d'arte interessata in attesa dei risultati delle prove eseguite presso Laboratori Ufficiali.

Qualora anche dalle prove eseguite presso Laboratori ufficiali risultasse un valore della R_{ck} inferiore a quello indicato nei calcoli statici e nei disegni di progetto, ovvero una prescrizione del controllo di accettazione non fosse rispettata, occorre procedere, a cura e spese dell'Impresa, ad un controllo teorico e/o sperimentale della struttura interessata dal quantitativo di conglomerato non conforme sulla base della resistenza ridotta del conglomerato, ovvero ad una verifica delle caratteristiche del conglomerato messo in opera mediante prove complementari, o col prelievo di provini di calcestruzzo indurito messo in opera o con l'impiego di altri mezzi di indagine.

Tali controlli e verifiche formeranno oggetto di una relazione supplementare nella quale si dimostri che, ferme restando le ipotesi di vincoli e di carico delle strutture, la R_{ck} è ancora compatibile con le sollecitazioni previste in progetto, secondo le prescrizioni delle vigenti norme di legge.

Se tale relazione sarà approvata dalla Direzione Lavori il calcestruzzo verrà contabilizzato in base al valore della resistenza caratteristica trovata.

Nel caso che la R_{ck} non risulti compatibile con le sollecitazioni previste in progetto, l'Impresa sarà tenuta a sua cura e spese alla demolizione e rifacimento dell'opera oppure all'adozione di quei provvedimenti che, proposti dalla stessa, per diventare operativi dovranno essere formalmente approvati dalla Direzione Lavori.

Nessun indennizzo o compenso sarà dovuto all'Impresa se la R_{ck} risulterà maggiore a quella indicata nei calcoli statici e nei disegni di progetto.

Nel caso in cui la D.L. richieda il prelievo di campioni da strutture già realizzate e stagionate questo prelievo, da eseguire in contraddittorio, potrà avvenire sia asportando un blocco informe dal quale ricavare successivamente i provini di forma cubica, sia eseguendo carotaggi dai quali ricavare i provini di forma cubica, sia eseguendo carotaggi dai quali ricavare un numero adeguato di provini cilindrici mediante operazioni di taglio e verifica delle basi.

Sulle opere già eseguite potranno essere eseguite prove non distruttive, a mezzo di sclerometro od altre apparecchiature.

Con lo sclerometro le modalità di prova saranno le seguenti:

- nell'intorno del punto prescelto dalla Direzione Lavori verrà fissata un'area non superiore a $0,1 \text{ m}^2$, su di esso si eseguiranno 10 percussioni con sclerometro, annotando i valori dell'indice letti volta per volta. Si determinerà la media aritmetica di tali valori.
- Verranno scartati i valori che differiscono più di 15 centesimi dall'escursione totale della scala sclerometro.
- Tra i valori non scartati, se non inferiori a 6, verrà dedotta la media aritmetica che, attraverso la tabella di taratura dello sclerometro, darà la resistenza a compressione del calcestruzzo.
- Se il numero dei valori non scartati è inferiore a 6 la prova sarà ritenuta non valida e dovrà essere rieseguita in una zona vicina.

Di norma per ciascun tipo di sclerometro verrà adottata la tabella di taratura fornita dalla relativa casa costruttrice. La D.L. si riserva di effettuare in contraddittorio la taratura dello sclerometro direttamente sui provini che successivamente verranno sottoposti a prova distruttiva di rottura a compressione.

Per l'interpretazione dei risultati è buona norma procedere anche a prove di confronto su strutture le cui prove di controllo abbiano dato risultati certi.

Nella eventualità di risultati dubbi, si dovrà procedere al controllo diretto della resistenza a rottura per compressione mediante prove distruttive su provini prelevati direttamente in punti opportuni delle strutture, secondo le metodologie precedentemente richiamate.

La stima delle caratteristiche meccaniche sui provini cubici e/o cilindrici ricavati dal carotaggio della struttura potrà essere effettuata adottando la metodologia di seguito descritta.

L'affidabilità della stima della resistenza caratteristica del conglomerato cementizio si dovrà basare sul numero di provini n il cui diametro, di norma non inferiore a 100 mm, dovrà essere compreso tra 2,5 e 5 volte il diametro massimo dell'aggregato impiegato.

Il rapporto tra altezza e diametro del provino cilindrico tra il valore $s = 1,0$ e $s = 1,2$.

Nel caso di provini cubici si assume $s = 1,0$.

Per ogni lotto di conglomerato di 100 m³ di conglomerato cementizio indagato o frazione, n dovrà essere non inferiore a 4 (quattro).

Al fine di riportare la resistenza misurata sul provino prelevato dalla struttura a quella del corrispondente provino cubico prelevato durante il getto, si dovranno adottare le seguenti relazioni valide rispettivamente per carotaggi eseguiti perpendicolarmente e parallelamente alla direzione di getto:

$$R_i = 2.5 \sigma / (1.5 + 1/s)$$

$$R_i = 2.3 \sigma / (1.5 + 1/s)$$

Dove :

σ è la resistenza a compressione misurata sul singolo provino cilindrico o cubico sottoposto a prova di compressione semplice previste dalla Norma UNI EN 12390.

Poiché l'attendibilità dei risultati, al 95% dell'intervallo di confidenza, è stimata pari a:

$$\pm 12\% / (n)^{1/2}$$

La valutazione della resistenza stimata del lotto di conglomerato cementizio indagato risulta:

$$F_{stim} = (1 - (12\% / (n)^{1/2})) \Sigma R_i / n$$

Dove:

F_{stim} = resistenza stimata del lotto di conglomerato cementizio;

n = numero dei provini relativi al lotto di conglomerato cementizio indagato;

R_i = resistenza cubica del singolo provino prelevato.

Tale resistenza dovrà essere incrementata di un coefficiente b , assunto pari a 1,20, per tenere in considerazione eventuali disturbi arrecati dal carotaggio, differenti condizioni di costipazione, maturazione, conservazione tra il conglomerato cementizio gettato in opera e quello dei provini cubici prelevati per determinare per determinare la resistenza caratteristica R_{ck} .

Pertanto, se:

$$(F_{stim} \cdot b) - 3,5 \text{ N/mm}^2 > R_{ck}$$

la resistenza caratteristica del lotto di conglomerato cementizio posto in opera è conforme a quella prevista in progetto;

$$(F_{stim} \cdot b) - 3,5 \text{ N/mm}^2 < R_{ck}$$

la resistenza caratteristica del lotto di conglomerato cementizio posto in opera non è conforme a quella prevista nel progetto ed in tal caso la D.L., sentito il progettista, al fine di accettare si riserva di adottare più accurate determinazioni e verifiche che saranno a totale carico dell'Impresa.

Le prove di compressione sulle carote o cubi dovranno essere eseguite esclusivamente presso Laboratori Ufficiali.

I dati riscontrati dovranno essere registrati con data, ora e punti di prelievo, comprensivi delle note di commento a cura della D.L..

5.5.5.3 *Controllo della lavorabilità*

La lavorabilità del conglomerato cementizio fresco sarà valutata con la misura all'abbassamento al cono di Abrams (slump) in mm secondo la Norma UNI EN 12350, tale prova dovrà essere eseguita in concomitanza a ciascun prelievo di campioni.

La prova è da considerarsi significativa per abbassamenti compresi tra 20 e 240 mm.

Il conglomerato cementizio non dovrà presentarsi segregato e la quantità di acqua essudata, misurata secondo la Norma UNI 7122, dovrà essere nulla.

In alternativa, per abbassamenti inferiori ai 20 mm si dovrà eseguire la prova con la tavola a scosse secondo il metodo DIN 1048, o con l'apparecchio VEBE'.

5.5.5.4 *Controllo del rapporto acqua/cemento*

Il rapporto acqua/cemento dovrà essere valutato tenendo conto dell'acqua contenuta negli inerti che di quella assorbita dagli stessi (Norma UNI EN 1097-6, condizione di inerte "saturo a superficie asciutta", per la quale l'aggregato non cede e non assorbe acqua all'impasto).

Il suddetto rapporto, dovrà essere controllato secondo le indicazioni riportate nella Norma UNI 6393 (par. 5 e 6), e non dovrà discostarsi di ± 0.02 da quello verificato in fase di qualificazione della relativa miscela.

Il rapporto a/c dovrà essere controllato anche in cantiere, almeno una volta alla settimana, tale rapporto non dovrà scostarsi più del ± 0.02 da quello verificato in fase di qualificazione della relativa miscela.

5.5.5.5 Controllo dell'omogeneità del conglomerato cementizio

L'omogeneità del conglomerato cementizio all'atto del getto, dovrà essere verificata vagliando ad umido due campioni, prelevati a 1/5 e 4/5 dello scarico della betoniera, attraverso il vaglio a maglia quadrata da 4 mm.

La percentuale in peso del materiale trattenuto nel vaglio dei due campioni non dovrà differire più del 10%, inoltre lo slump degli stessi prima della vagliatura non dovrà differire di più di 30 mm.

5.5.5.6 Controllo del contenuto di aria

La prova del contenuto di aria dovrà essere effettuata ogni qualvolta si impieghi un additivo aerante.

Essa verrà eseguita con il metodo UNI EN 12350-7.

Tale contenuto dovrà essere determinato con le cadenze previste al punto 11.3.10 della Norma UNI 9858.

5.5.5.7 Controllo del contenuto di cemento

Tale controllo dovrà essere eseguito su conglomerato cementizio fresco, secondo quanto stabilito dalle Norme UNI 9416 - 98 e 6394 - 69.

Particolare attenzione dovrà essere posta nella scelta del luogo di esecuzione, in quanto tale prova deve essere eseguita su conglomerato cementizio fresco, entro 30 minuti dall'impasto.

5.5.6 Durabilità dei conglomerati cementizi

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

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

Il progettista, dovrà accertare mediante analisi opportune, la presenza e la concentrazione di agenti aggressivi, ed in caso di esito positivo indicare le eventuali prescrizioni che il conglomerato cementizio dovrà soddisfare al fine di evitare la conseguente degradazione.

In particolare, ai fini di preservare le armature da qualsiasi fenomeno di aggressione ambientale, il copriferro minimo da prevedere, misurato tra la parete interna del cassero e la generatrice della barra più vicina, non dovrà essere inferiore a 30 (trenta) mm e comunque come indicato dal progettista.

Tale prescrizione dovrà essere applicata anche a tutte le strutture prefabbricate e/o precomprese.

5.5.7 Tecnologia esecutiva delle opere

5.5.7.1 Confezione dei conglomerati cementizi

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

Gli impianti di betonaggio saranno del tipo automatico o semiautomatico, con dosatura a peso degli aggregati, dell'acqua, degli additivi e del cemento; la dosatura del cemento dovrà sempre essere realizzata con bilancia indipendente e di adeguato maggior grado di precisione, dovrà essere controllato il contenuto di umidità degli aggregati.

La dosatura effettiva degli aggregati dovrà essere realizzata con precisione del 3%; quella del cemento con precisione del 2%.

Le bilance dovranno essere revisionate almeno una volta ogni due mesi e tarate all'inizio del lavoro e successivamente almeno una volta all'anno.

Per l'acqua e gli additivi è ammessa anche la dosatura a volume.

La dosatura effettiva dell'acqua dovrà essere realizzata con precisione del 2% ed i relativi dispositivi dovranno essere tarati almeno una volta al mese o comunque quando richiesto dalla Direzione Lavori.

Il dispositivo di misura del cemento, dell'acqua e degli additivi dovranno essere del tipo individuale.

Le bilance per la pesatura degli inerti possono essere di tipo cumulativo (peso delle varie pezzature con successione addizionale).

Si dovrà disporre all'impianto, nel caso di guasto dell'apparecchiatura automatica di carico dei componenti, di tabelle riportanti le pesate cumulative dei componenti per tutte le miscele approvate e per le diverse quantità miscelate in funzione della variazione di umidità della sabbia.

Gli inerti dovranno essere tassativamente ed accuratamente lavati in modo tale da eliminare materiali dannosi o polveri aderenti alla superficie.

La percentuale di umidità nelle sabbie non dovrà, di massima, superare l'8% in peso di materiale secco.

Gli inerti dovranno essere stoccati in quantità sufficiente a completare qualsiasi struttura che debba essere gettata senza interruzioni.

Il luogo di deposito dovrà essere di dimensioni adeguate e consentire lo stoccaggio senza segregazione delle diverse pezzature che dovranno essere separate da appositi setti.

Gli aggregati verranno prelevati in modo tale da garantire la rotazione continua dei volumi stoccati.

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

Gli impasti dovranno essere confezionati in betoniere aventi capacità tale da contenere tutti gli ingredienti della pesata senza debordare.

Il tempo e la velocità di mescolamento dovranno essere tali da produrre un conglomerato rispondente ai requisiti di omogeneità di cui al punto 5.5.5.5.

Per quanto non specificato, vale la Norma UNI EN 206.

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

Se al momento della posa in opera la consistenza del conglomerato cementizio non è quella prescritta, lo stesso non dovrà essere impiegato per l'opera ma scaricato in luogo appositamente destinato dall'Impresa.

Tuttavia se la consistenza è minore di quella prescritta (minore slump) e il conglomerato cementizio è ancora nell'autobetoniera, la consistenza può essere portata fino al valore prescritto mediante aggiunta di additivi fluidificanti e l'aggiunta verrà registrata sulla bolla di consegna.

La lavorabilità non potrà essere ottenuta con maggiore impiego di acqua di quanto previsto nella composizione del conglomerato cementizio.

L'impiego di fluidificanti, aeranti, plastificanti, potrà essere autorizzato dalla D.L., anche se non previsti negli studi preliminari.

In questi casi, l'uso di aeranti e plastificanti sarà effettuato a cura e spese dell'Impresa, senza che questa abbia diritto a pretendere indennizzi o sovrapprezzi per tale titolo.

La produzione ed il getto del conglomerato cementizio dovranno essere sospesi nel caso che la temperatura possa scenda al di sotto di 278 K (5 °C), se l'impianto di betonaggio non è dotato di un adeguato sistema di preriscaldamento degli inerti o dell'acqua tale da garantire che la temperatura dell'impasto, al momento del getto sia superiore a 287 K (14 °C).

I getti all'esterno dovranno comunque essere sospesi quando la temperatura scende al di sotto di 263 K (-10 °C).

Nel luogo di produzione ed in cantiere dovranno essere installati termometri atti a misurare la minima e la massima temperatura atmosferica giornaliera.

5.5.7.2 *Trasporto*

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

Saranno accettate in funzione della durata e della distanza di trasporto, le autobetoniere e le benne a scarico di fondo ed, eccezionalmente, i nastri trasportatori.

Lo scarico dei componenti nel tamburo delle autobetoniere dovrà avvenire in modo che una parte dell'acqua e di aggregato grosso venga scaricata prima del cemento e degli altri aggregati.

Le betoniere dovranno essere esaminate periodicamente per verificare l'eventuale diminuzione di efficacia dovuta sia all'accumulo di conglomerato indurito o legante che per l'usura delle lame.

Ogni carico di conglomerato cementizio dovrà essere accompagnato da una bolla sulla quale dovranno essere riportati:

- data;
- classe di conglomerato;
- tipo, classe e dosaggio di cemento;
- dimensione massima dell'aggregato;
- la classe di consistenza;
- i metri cubi trasportati;
- l'ora di partenza dall'impianto di confezionamento;
- la struttura a cui è destinato.

L'Impresa dovrà esibire detta documentazione alla D.L..

L'uso delle pompe sarà consentito a condizione che l'impresa adotti, a sua cura e spese, provvedimenti idonei a mantenere il valore prestabilito del rapporto acqua/cemento del conglomerato cementizio alla bocca di uscita della pompa.

Non saranno ammessi gli autocarri a cassone o gli scivoli.

L'omogeneità dell'impasto sarà controllata, all'atto dello scarico, con la prova indicata al punto 4.4.5.5 della presente sezione.

La lavorabilità dell'impasto sarà controllata, secondo quanto indicato nel punto 4.4.5.3, sia all'uscita dell'impianto di betonaggio o dalla bocca della betoniera, sia al termine dello scarico in opera, la differenza fra i risultati delle due prove non dovrà essere maggiore di 5 cm e comunque non dovrà superare quanto specificato dalla Norma UNI EN 206, salvo l'uso di particolari additivi.

Se il conglomerato cementizio viene pompato, il valore dello "slump" dovrà essere misurato prima dell'immissione nella pompa.

In ogni caso il tempo intercorrente tra il confezionamento all'impianto ed il getto non dovrà essere superiore ai 90 minuti.

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

5.5.7.3 Posa in opera

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

La posa in opera sarà eseguita con ogni cura ed a regola d'arte, dopo aver preparato accuratamente e rettificati i piani di posa, le casseforme, i cavi da riempire e dopo aver posizionato le armature metalliche.

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

I getti dovranno risultare perfettamente conformi ai particolari costruttivi di progetto ed alle prescrizioni della Direzione Lavori.

Si avrà cura che in nessun caso si verifichino cedimenti dei piani di appoggio e delle pareti di contenimento.

Le casseforme dovranno essere atte a garantire superfici di getto regolari ed a perfetta regola d'arte; in tal senso l'impresa provvederà, a sua cura e spese, alla posa di opportuni ponteggi ed impalcature, previa presentazione ed approvazione da parte della Direzione Lavori dei relativi progetti.

Dovranno essere impiegati prodotti disarmanti aventi i requisiti di cui alle specifiche della Norma UNI 8866; le modalità di applicazione dovranno essere quelle indicate dal produttore evitando accuratamente aggiunte eccessive e ristagni di prodotto sul fondo delle casseforme.

La Direzione Lavori eseguirà un controllo della quantità di disarmante impiegato in relazione allo sviluppo della superficie di casseforme trattate.

Dovrà essere controllato inoltre che il disarmante impiegato non macchi o danneggi la Superficie del conglomerato.

A tale scopo saranno usati prodotti efficaci per la loro azione specifica escludendo i lubrificanti di varia natura.

Dal giornale lavori del cantiere dovrà risultare la data di inizio e di fine dei getti e del disarmo.

Se il getto dovesse essere effettuato durante la stagione invernale, l'Impresa dovrà tenere registrati giornalmente i minimi di temperatura desunti da un apposito termometro esposto nello stesso cantiere di lavoro.

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

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

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

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

- malta fine di cemento;
- conglomerato bituminoso del tipo usura fine, per spessori non inferiori a 15 mm.

Eventuali ferri (filo, chiodi, reggette) che con funzione di legatura di collegamento casseri od altro, dovessero sporgere da getti finiti, dovranno essere tagliati almeno 0,5 cm sotto la superficie finita e gli incavi risultanti verranno accuratamente sigillati con malta fine di cemento.

Viene poi prescritto che, dovunque sia possibile, gli elementi dei casseri vengano fissati nella esatta posizione prevista utilizzando fili metallici liberi di scorrere entro tubetti di materiale PVC o simile, di colore grigio, destinati a rimanere incorporati nel getto di conglomerato cementizio, armato o non armato.

Lo scarico del conglomerato dal mezzo di trasporto dovrà avvenire con tutti gli accorgimenti atti ad evitare la segregazione.

A questo scopo il conglomerato dovrà cadere verticalmente al centro della cassaforma e sarà steso in strati orizzontali di spessore limitato e comunque non superiore a 50 cm misurati dopo la vibrazione.

L'altezza di caduta libera del conglomerato fresco non dovrà mai essere superiore a 100 cm misurati dall'uscita dello scivolo o dalla bocca del tubo convogliatore.

E' vietato scaricare il conglomerato in un unico cumulo e distenderlo con l'impiego del vibratore.

Durante la posa in opera i vespai di ghiaia, eventualmente formatisi, dovranno essere dispersi prima della vibrazione del conglomerato cementizio.

Per getti in pendenza, dovranno essere predisposti dei cordolini di arresto che evitino la formazione di lingue di conglomerato cementizio troppo sottili per essere vibrato efficacemente.

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

L'Impresa dovrà porre particolare cura nella realizzazione dei giunti di dilatazione o contrazione di tipo Impermeabile (waterstop), o giunti speciali aperti, a cunei, secondo le indicazioni di progetto.

Quando il conglomerato cementizio deve essere gettato in presenza d'acqua si dovranno adottare gli accorgimenti approvati dalla Direzione Lavori, necessari per impedire che l'acqua lo dilavi e ne pregiudichi la normale maturazione.

La massa volumica del conglomerato cementizio indurito, misurata secondo la Norma UNI EN 12350 su provini prelevati dalla struttura, non dovrà risultare inferiore al 97% della massa volumica della miscela fresca misurata nelle prove di qualificazione e/o di quella dichiarata nel mix design.

5.5.7.4 Riprese di getto

La Direzione Lavori avrà la facoltà di prescrivere, ove e quando lo ritenga necessario, che i getti vengano eseguiti senza soluzione di continuità così da evitare ogni ripresa, anche se ciò comporta che il lavoro debba essere condotto a turni ed anche in giornate festive, e senza che l'Impresa non potrà avanzare richiesta alcuna di maggiore compensi.

Nel caso ciò non fosse possibile, prima di effettuare la ripresa, la superficie di conglomerato cementizio indurito dovrà essere accuratamente pulita, lavata, spazzolata ed eventualmente scalfita fino a diventare sufficientemente rugosa da garantire una perfetta aderenza tra i getti successivi.

Tra le diverse riprese di getto non si dovranno avere distacchi, discontinuità o differenze di aspetto e colore.

5.5.7.5 Posa in opera in climi freddi

Il clima si definisce freddo quando la temperatura risulta inferiore a 278 K (5 °C).

Valgono le prescrizioni riportate nel punto 4.4.7.1 della presente sezione.

Si dovrà controllare comunque che la temperatura del conglomerato cementizio appena miscelato non sia inferiore a 287 K (14 °C) e che non siano congelate o innevate le superfici di fondo o di contenimento del getto.

I getti all'esterno dovranno comunque essere sospesi quando la temperatura scende al di sotto di 263 K (-10 °C).

5.5.7.6 Posa in opera in climi caldi

Se durante le operazioni di getto la temperatura dell'aria supera i 306 K (33 °C), la temperatura dell'impasto non dovrà superare i 298 K (25 °C), per getti massivi tale limite dovrà essere convenientemente abbassato.

Al fine di abbassare la temperatura del conglomerato cementizio potrà essere usato ghiaccio in sostituzione di parte dell'acqua di impasto.

Per ritardare la presa e per facilitare la posa e la finitura del conglomerato cementizio potranno essere eventualmente impiegati additivi ritardanti di presa preventivamente autorizzati dalla D.L..

E' tassativo l'obbligo di adottare adeguati sistemi di protezione delle superfici esposte.

Per i tempi di rimozione dei casseri si dovrà rispettare quanto previsto nella Norma UNI EN 206.

5.5.7.7 Stagionatura e disarmo

Prevenzione delle fessure da ritiro plastico

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

A questo fine le superfici del conglomerato cementizio non protette dalle casseforme dovranno essere mantenute umide il più a lungo possibile e comunque per almeno 7 d, sia per mezzo di prodotti antievaporanti (curing), da applicare a spruzzo subito dopo il getto, sia mediante continua bagnatura, sia con altri sistemi idonei.

I prodotti antievaporanti (curing) ed il loro dosaggio dovranno essere approvati dalla Direzione Lavori.

Le loro caratteristiche dovranno essere conformi a quanto indicato nella Norma UNI 8656 : tipi 1 e 2.

La costanza della composizione dei prodotti antievaporanti dovrà essere verificata, a cura della Direzione Lavori ed a spese dell'Impresa, al momento del loro approvvigionamento.

In particolare per le solette, che sono soggette all'essiccamento prematuro ed alla fessurazione da ritiro plastico che ne deriva, è fatto obbligo di applicare sistematicamente i prodotti antievaporanti di cui sopra.

E' ammesso in alternativa l'impiego, anche limitatamente ad uno strato superficiale di spessore non minore di 20 cm, di conglomerato cementizio rinforzato da fibre di resina sintetica di lunghezza da 20 a 35 mm, di diametro di alcuni millesimi di millimetro aggiunti nella betoniera e dispersi uniformemente nel conglomerato cementizio, in misura di 0,5-1,5 kg/m³.

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

Di norma viene esclusa la accelerazione dei tempi di maturazione con trattamenti termici per i conglomerati gettati in opera.

In casi particolari la D.L. potrà autorizzare l'uso di tali procedimenti dopo l'esame e verifica diretta delle modalità proposte, che dovranno rispettare comunque quanto previsto ai seguenti paragrafi.

Maturazione accelerata con trattamenti termici

La maturazione accelerata dei conglomerati cementizi con trattamento termico sarà permessa qualora siano state condotte indagini sperimentali sul trattamento termico che si intende adottare.

In particolare, si dovrà controllare che ad un aumento delle resistenze iniziali non corrisponda una resistenza finale minore di quella che si otterrebbe con maturazione naturale.

Dovranno essere rispettate le seguenti prescrizioni:

- la temperatura del conglomerato cementizio, durante le prime 3 h dall'impasto non deve superare 303 K (30 °C);
- il gradiente di temperatura di riscaldamento e quello di raffreddamento non deve superare 15 K/h (°C/h), e dovranno essere ulteriormente ridotti qualora non sia verificata la condizione di cui al successivo quarto punto;
- la temperatura massima del calcestruzzo non deve in media superare 333 K (60 °C);

- la differenza di temperatura tra quella massima all'interno del conglomerato cementizio e ambiente a contatto con il manufatto non dovrà superare i 10 K (10 °C)
- Il controllo, durante la maturazione, dei limiti e dei gradienti di temperatura, dovrà avvenire con apposita apparecchiatura che registri l'andamento delle temperature nel tempo;
- la procedura di controllo di cui al punto precedente, dovrà essere rispettata anche per i conglomerati cementizi gettati in opera e maturati a vapore.

In ogni caso i provini per la valutazione della resistenza caratteristica a 28 giorni, nonché della resistenza raggiunta al momento del taglio dei trefoli o fili aderenti, dovranno essere maturati nelle stesse condizioni termo-igrometriche della struttura secondo quanto indicato dalla Norma UNI EN 12390-2.

Disarmo

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

La rimozione dell'armatura di sostegno dei getti potrà essere effettuata quando siano state sicuramente raggiunte le prescritte resistenze.

In assenza di specifici accertamenti, l'Impresa dovrà attenersi a quanto prescritto dal DM 09/01/1996.

Si dovrà controllare che il disarmante impiegato non manchi o danneggi la superficie del conglomerato.

A tale scopo saranno usati prodotti efficaci per la loro azione chimica, escludendo i lubrificanti di varia natura.

La D.L. potrà prescrivere che le murature di calcestruzzo vengano rivestite sulla superficie esterna con paramenti speciali in pietra, laterizi od altri materiali da costruzione.

In tal caso i getti dovranno procedere contemporaneamente al rivestimento ed essere eseguiti in modo da consentirne l'adattamento e l'ammorsamento.

Giunti di discontinuità ed opere accessorie nelle strutture in conglomerato cementizio

E' tassativamente prescritto che nelle strutture da eseguire con getto di conglomerato cementizio vengano realizzati giunti di discontinuità sia in elevazione che in fondazione onde evitare irregolari e imprevedibili fessurazioni delle strutture stesse per effetto di escursioni termiche, di fenomeni di ritiro e di eventuali assestamenti.

Tali giunti vanno praticati ad intervalli ed in posizioni opportunamente scelte tenendo anche conto delle particolarità della struttura (gradonatura della fondazione, ripresa fra vecchie e nuove strutture, attacco dei muri andatori con le spalle dei ponti e viadotti, ecc).

I giunti saranno ottenuti ponendo in opera, con un certo anticipo rispetto al getto, appositi setti di materiale idoneo, da lasciare in posto, in modo da realizzare superfici di discontinuità (piane, a battente, a maschio e femmina, ecc.) affioranti a faccia vista secondo le linee rette continue o spezzate, e devono seguire le indicazioni di progetto.

I giunti, come sopra illustrati, dovranno essere realizzati a cura e spese dell'Impresa, essendosi tenuto debito conto di tale onere nella formulazione dei prezzi di elenco relativi alle singole classi di conglomerato.

Solo nel caso in cui è previsto in progetto che il giunto sia munito di apposito manufatto di tenuta o di copertura, l'elenco prezzi allegato a questo Capitolato prevederà espressamente le voci relative alla speciale conformazione del giunto, unitamente alla fornitura e posa in opera dei manufatti predetti con le specificazioni di tutti i particolari oneri che saranno prescritti per il perfetto definitivo assetto del giunto.

I manufatti, di tenuta o di copertura dei giunti, possono essere costituiti da elastomeri a struttura etilenica (stirolo butiadene), a struttura paraffinica (butile), a struttura complessa (silicone poliuretano, polioossipropilene, polioossicloropropilene), da elastomeri etilenici cosiddetti protetti (neoprene) o da cloruro di polivinile.

In luogo dei manufatti predetti, potrà essere previsto l'impiego di sigillanti.

I sigillanti possono essere costituiti da sostanze oleoresinose, bituminose siliconiche a base di elastomeri polimerizzabili o polisolfuri che dovranno assicurare la tenuta all'acqua, l'elasticità sotto le deformazioni previste, una aderenza perfetta alle pareti, ottenuta anche a mezzo di idonei primers, non colabili sotto le più alte temperature previste e non rigidi sotto le più basse, mantenendo il più a lungo possibile nel tempo le caratteristiche di cui sopra dopo la messa in opera.

E' tassativamente proibita l'esecuzione di giunti obliqui formanti angolo diedro acuto (muro andatore, spalla ponte obliquo, ecc.).

In tali casi occorre sempre modificare l'angolo diedro acuto in modo tale da formare con le superfici esterne delle opere da giuntare angoli diedri non inferiori ad un angolo retto con facce piane di conveniente larghezza in relazione al diametro massimo degli inerti impiegati nel confezionamento del conglomerato cementizio di ogni singola opera.

Nell'esecuzione dei manufatti contro terra si dovrà prevedere in numero sufficiente ed in posizione opportuna l'esecuzione di appositi fori per l'evacuazione delle acque di infiltrazione.

I fori dovranno essere ottenuti mediante preventiva posa in opera nella massa del conglomerato cementizio di tubi a sezione circolare o di profilati di altre sezioni di PVC o simili.

Per la formazione dei fori l'Impresa avrà diritto al compenso previsto nella apposita voce dell'Elenco Prezzi, comprensiva di tutti gli oneri e forniture per dare il lavoro finito a regola d'arte.

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

L'Impresa avrà a suo carico il preciso obbligo di predisporre in corso di esecuzione quanto è previsto nei disegni costruttivi o sarà successivamente prescritto di volta in volta in tempo utile dalla Direzione Lavori, circa fori, tracce, cavità, incassature ecc. nelle solette, nervature, pilastri, murature, ecc., per la posa in opera di apparecchi accessori quali giunti, appoggi, smorzatori sismici, pluviali, passi d'uomo, passerelle di ispezione, sedi di tubi e di cavi, opere di interdizione, sicurvia, parapetti, mensole, segnalazioni, parti di impianti.

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

Tutte le conseguenze per la mancata esecuzione delle predisposizioni così prescritte dalla Direzione Lavori saranno a totale carico dell'Impresa, sia per quanto riguarda le rotture, i rifacimenti, le demolizioni di opere di spettanza dell'impresa stessa, sia per quanto riguarda le eventuali opere di adattamento di infissi o impianti, i ritardi, le forniture aggiuntive di materiali e la maggiore mano d'opera occorrente da parte dei fornitori.

Armature per c.a.

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

L'uso dei distanziatori dovrà essere esteso anche alle strutture di fondazione armate.

Copriferro ed interferro dovranno essere dimensionati nel rispetto del disposto di cui alle Norme di esecuzione per c.a. e c.a.p., contenute nelle "Norme Tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche" (D.M. 09/01/96) emanate in applicazione dell'art. 21 della Legge 5.11.1971 n. 1086.

Lo spessore del copriferro, in particolare, dovrà essere correlato allo stato limite di fessurazione del conglomerato, in funzione delle condizioni ambientali in cui verrà a trovarsi la struttura e comunque non dovrà essere inferiore a 3 cm e comunque come indicato dal progettista.

Per strutture ubicate in prossimità di litorali marini o in presenza di acque con componenti di natura aggressiva (acque selenitose, solforose, carboniche, ecc.), la distanza minima delle superfici metalliche delle armature dalle facce esterne del conglomerato dovrà essere di 4 cm e comunque come indicato dal progettista.

Le gabbie di armatura dovranno essere, per quanto possibile, composte fuori opera; in ogni caso in corrispondenza di tutti i nodi dovranno essere eseguite legature doppie incrociate in filo di ferro ricotto di diametro non inferiore a 0,6 mm, in modo da garantire la invariabilità della geometria della gabbia durante il getto.

L'Impresa dovrà adottare inoltre tutti gli accorgimenti necessari affinché le gabbie mantengano la posizione di progetto all'interno delle casseforme durante le operazioni di getto.

E' a carico dell'Impresa l'onere della posa in opera delle armature metalliche, anche in presenza di acqua o fanghi bentonitici, nonché i collegamenti equipotenziali.

Armatura di precompressione

Omissis

Iniezione nei cavi di precompressione

Omissis

Misura dell'essudazione della boiaccia (bleeding).

Omissis

5.5.8 Miscela a bassa viscosità per le iniezioni nelle guaine dei cavi di precompressione di strutture in c.a.p. esistenti

Omissis

5.5.9 Manufatti prefabbricati in conglomerato cementizio armato, normale o precompresso

La documentazione da depositarsi ai sensi dei punti a), b), c), d) dell'art. 9 della legge 5 novembre 1971 dovrà dimostrare la completa rispondenza dei manufatti prefabbricati alle prescrizioni di cui alle presenti norme.

La relazione dovrà essere firmata da un tecnico a ciò abilitato, il quale assume con ciò le responsabilità stabilite dalla legge per il progettista.

I manufatti prefabbricati dovranno essere costruiti sotto la direzione di un tecnico a ciò abilitato, che per essi assume le responsabilità stabilite dalla legge per il direttore dei lavori.

A cura di detto tecnico dovranno essere eseguiti i prelievi di materiali, le prove ed i controlli di produzione sui manufatti finiti con le modalità e la periodicità previste dalle presenti Norme.

I certificati delle prove saranno conservati dal produttore, che opera con sistemi di qualità certificati.

Ai sensi dell'art. 9 della legge 5 novembre 1971, n° 1086, ogni fornitura di manufatti prefabbricati dovrà essere accompagnata da apposite istruzioni nelle quali vengano esposte le modalità di trasporto e montaggio, nonché le caratteristiche ed i limiti di impiego dei manufatti stessi.

Ogni fornitura di manufatti prefabbricati dovrà inoltre essere accompagnata, anche da un certificato di origine firmato dal produttore, il quale con ciò assume per i manufatti stessi le responsabilità che la legge attribuisce al costruttore, e dal tecnico responsabile della produzione previsto al terzo comma.

Il certificato dovrà garantire la rispondenza del manufatto alle caratteristiche di cui alla documentazione depositata al Ministero dei LL.PP., e portare l'indicazione del tecnico che ne risulta, come sopra detto, progettista.

In presenza delle condizioni sopra elencate, i manufatti prefabbricati potranno essere accettati senza ulteriori esami o controlli.

Copia del certificato di origine dovrà essere allegato alla relazione del direttore dei lavori di cui all'art. 6 della legge 5 novembre 1971, n°1086.

Il deposito ha validità triennale.

5.5.10 Casseforme, armature di sostegno, centinature e attrezzature di costruzione

Per tali opere provvisorie l'Impresa porterà alla preventiva conoscenza della Direzione Lavori il sistema e le modalità esecutive che intende adottare, ferma restando la esclusiva responsabilità dell'Impresa stessa per quanto riguarda la progettazione e l'esecuzione di tali opere e la loro rispondenza a tutte le norme di legge ed ai criteri di sicurezza che comunque possono riguardarle.

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

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

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

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

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

Per i getti di superficie in vista dovranno essere impiegate casseforme speciali atte a garantire rifiniture perfettamente piane, lisce e prive di qualsiasi irregolarità.

La Direzione Lavori si riserva, a suo insindacabile giudizio, di autorizzare l'uso di casseforme in legno; esse dovranno però essere eseguite con tavole a bordi paralleli e ben accostate in modo che non abbiano a presentarsi, dopo il disarmo, sbavature o disuguaglianza sulle facce in vista del getto.

La superficie esterna dei getti in conglomerato cementizio dovrà essere esente da nidi di ghiaia, bolle d'aria, concentrazione di malta fine, macchie od altro che ne pregiudichi l'uniformità e la compattezza e ciò sia ai fini della durabilità dell'opera che dell'aspetto estetico.

Per la ripresa dei getti dovranno essere adottati gli accorgimenti indicati al punto 5.5.8.

Le parti componenti i casseri dovranno risultare a perfetto contatto per evitare la fuoriuscita di boiaccia cementizia.

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

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

Si dovrà far uso di prodotti disarmanti disposti in strati omogenei continui che non dovranno assolutamente macchiare la superficie in vista del conglomerato cementizio.

Su tutte le casseforme di una stessa opera dovrà essere usato lo stesso prodotto. Se verranno impiegate casseforme impermeabili, per ridurre il numero delle bolle d'aria sulla superficie del getto e, qualora espressamente previsto nel progetto, si dovrà fare uso di disarmante con agente tensioattivo in quantità controllata nel qual caso la vibrazione dovrà essere contemporanea al getto.

Qualora sia prevista la realizzazione di conglomerati cementizi colorati o con cemento bianco, l'impiego dei disarmanti dovrà essere subordinato a prove preliminari atte a dimostrare che il prodotto non alteri il colore.

Acciaio per c.a. e c.a.p.

Gli acciai per armature di c.a. e c.a.p. debbono corrispondere ai tipi ed alle caratteristiche stabilite dalle Norme Tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della legge 5/11/1971 no 1086 (D.M. 09/01/96).

Per gli opportuni controlli da parte della D.L., l'Impresa dovrà documentare di ogni partita di acciaio che entra in cantiere la provenienza, la qualità e il peso complessivo di tondini di uno stesso diametro.

Per l'acciaio controllato in stabilimento, l'Impresa dovrà produrre la documentazione prescritta dalle Norme in vigore, che certifichi gli avvenuti controlli e consentire alla D.L. di accertare la presenza dei contrassegni di riconoscimento.

Tutte le forniture dovranno essere accompagnate da un certificato di un Laboratorio Ufficiale, riferito al tipo di armatura di cui trattasi, e marchiate secondo quanto previsto nel DM 09/01/96.

Le modalità di prelievo dei campioni da sottoporre a prova sono quelle previste dal citato D.M. 09/01/1996.

Rimane comunque salva la facoltà del D.L. di disporre eventuali ulteriori controlli per giustificati motivi a carico dell'Impresa.

L'unità di collaudo per acciai in barre tonde lisce ed in barre ad aderenza migliorata è costituita dalla partita del peso max di 25 t; ogni partita minore di 25 t deve essere considerata unità di collaudo indipendente.

Durante i lavori per ogni lotto di fornitura dovranno essere prelevati non meno di tre campioni di 1 metro di lunghezza cadauno, per ciascun diametro utilizzato, ed inviati a Laboratori Ufficiali.

In caso di risultati sfavorevoli di dette prove, il complesso di barre al quale si riferisce il campione sarà rifiutato e dovrà essere allontanato dal cantiere.

Per il controllo del peso effettivo, da ogni unità di collaudo dovranno essere prelevate delle barre campione.

Qualora risultassero sezioni effettive inferiori a quelle ammesse dalle tolleranze previste dalle norme in vigore, il materiale verrà rifiutato e subito allontanato dal cantiere.

Qualora il peso effettivo risultasse inferiore al 98% di quello teorico e fosse accettabile in base alle tolleranze ed alle normative in vigore, dovranno essere aggiunte, modificando i disegni di progetto e dandone

comunicazione alla D.L., barre in quantità sufficiente a realizzare una sezione di acciaio non inferiore a quella prevista dal progetto esecutivo originariamente approvato.

L'unità di collaudo per acciai per c.a.p. è costituita dal lotto di spedizione del peso max di 30 t spedito in un'unica volta e composta da prodotti aventi grandezze nominali omogenee (dimensionali, meccaniche, di formazione).

Rimane comunque salva la facoltà della D.L. di disporre di eventuali ulteriori controlli per giustificati motivi a carico dell'Impresa.

Acciaio in barre ad aderenza migliorata - Fe B 38k, Fe B 44k - controllato in stabilimento

I campioni saranno prelevati in contraddittorio ed inviati a cura dell'Impresa, sotto il controllo della Direzione Lavori, ad un Laboratorio Ufficiale.

Di tale operazione dovrà essere redatto apposito verbale controfirmato dalle parti.

La Direzione Lavori darà benestare per la posa in opera delle partite sottoposte all'ulteriore controllo in cantiere soltanto dopo che avrà ricevuto il relativo certificato di prova e ne avrà constatato l'esito positivo.

Nel caso di esito negativo si procederà come indicato nel D.M. 09/01/96.

Se anche dalla ripetizione delle prove risulteranno non rispettati i limiti richiesti, la Direzione Lavori dichiarerà la partita non idonea e l'impresa dovrà provvedere a sua cura e spese ad allontanarla dal cantiere.

Acciaio inossidabile in barre ad aderenza migliorata

Gli acciai inossidabili dovranno rientrare nelle categorie di cui al punto 2.2 del D.M. 09/01/1996, e dovranno rispettare tutte le caratteristiche fisiche, tecnologiche e meccaniche ivi previste.

Dovranno inoltre essere del tipo austenitico (ivi compresi gli acciai austenitici all'Azoto) o austenitico-ferritico.

Per tali acciai il produttore dovrà fornire l'attestato di deposito rilasciato dal Servizio Tecnico del C.S. LL. PP. attraverso prove certificate da Laboratori Ufficiali, documentazione comprovante che tali acciai siano del tipo austenitico (ivi compresi gli acciai austenitici all'Azoto) o austenitico-ferritico, e precisato gli specifici provvedimenti di saldatura che dovranno essere utilizzati in cantiere o in officina.

Per i controlli in cantiere o nel luogo di lavorazione delle barre si procederà come al punto 2.2 del D.M. 09/01/1996.

Le modalità di prelievo dei campioni da sottoporre a prova, nonché l'accettazione della partita, sono analoghe a quelle riportate al precedente punto Acciaio in barre ad aderenza migliorata – FeB 38k, FeB.44k – controllato in stabilimento.

L'uso di detto acciaio deve essere previsto rigorosamente in progetto, e giustificato alla luce delle situazioni ambientali, nonché concretamente motivato.

Reti in barre di acciaio elettrosaldate

Le reti saranno in barre del tipo Fe B 44k, controllate in stabilimento, di diametro compreso tra 4 e 12 mm, con distanza assiale non superiore a 35 cm.

Dovrà essere verificata la resistenza al distacco offerta dalla saldatura del nodo, come indicato nel DM 14/2/92 e successivi aggiornamenti.

Per il controllo delle tensioni caratteristiche di snervamento e rottura si richiama la normativa vigente.

Zincatura a caldo degli acciai

Quando previsto in progetto gli acciai in barre e le reti in barre di acciaio elettrosaldate dovranno essere zincate a caldo.

Qualità degli acciai da zincare a caldo

Gli acciai da sottoporre al trattamento di zincatura a caldo dovranno essere caratterizzati da un tenore di silicio inferiore allo 0,03 - 0,04% oppure compreso nell'intervallo 0,15-0,25%.

Inoltre gli acciai ad aderenza migliorata dovranno avere garanzia di saldabilità e composizione chimica conforme ai valori di cui al Prospetto I della Norma UNI ENV 10080:1977 per gli acciai di qualità Fe B 400 S e Fe B 500 S.

Zincatura a caldo per immersione

Trattamento preliminare

Comprende le operazioni di sgrassaggio decapaggio, risciacquo, flussaggio, essiccamento e preriscaldamento a 400 - 430 K.

Immersione in bagno di zinco

Dovrà essere impiegato zinco vergine o di prima fusione in pani da fonderia, corrispondente alla designazione Zn 99,99 delle Norme UNI EN 1179:1997, avente contenuto minimo di zinco del 99,99%.

Il bagno di zinco fuso dovrà avere temperatura compresa tra 710-723 K; in nessun caso dovrà essere superata la temperatura massima di 730 K.

Il tempo di immersione delle barre nel bagno di zinco sarà variabile in funzione del loro diametro e del peso del rivestimento in zinco, che non dovrà mai discostarsi di +10% dalla quantità di 610 g/m² di superficie effettivamente rivestita, corrispondente ad uno spessore di 85 gm \pm 10%.

Seguirà il trattamento di cromatazione, se previsto in progetto, per impedire eventuali reazioni tra le barre e il calcestruzzo fresco.

Finitura ed aderenza del rivestimento

Il rivestimento di zinco dovrà presentarsi regolare, uniformemente distribuito, privo di zone scoperte, di bolle, di macchie di flusso, di inclusioni, di scorie, di macchie acide o nere.

Dovrà essere aderente alla barra in modo da non poter venire rimosso da ogni usuale processo di movimentazione, lavorazione e posa in opera.

Barre eventualmente incollate assieme dopo la zincatura e barre che presentano gocce e/o punte aguzze saranno rifiutate.

Verifiche

Le verifiche saranno condotte per unità di collaudo costituite da partite del peso max di t 25.

Oltre alle prove previste ai precedenti punti 25.1 e 25.2, dirette a verificare la resistenza dei materiali, dovranno essere effettuate anche le prove di seguito descritte, per verificare la rispondenza del trattamento di zincatura alle prescrizioni della normativa vigente.

In primo luogo la Direzione Lavori procederà in contraddittorio con l'Impresa ad una accurata ispezione visiva della partita per accertare lo stato della zincatura.

In presenza di zone scoperte o di altre irregolarità superficiali le partite saranno rifiutate e l'impresa dovrà allontanarle dal cantiere a sua cura e spese.

Dovrà essere verificato il peso dello strato di zincatura mediante differenza di massa tra il campione zincato e lo stesso dopo la dissoluzione dello strato di zincatura (metodo secondo Aupperle) secondo la Norma UNI 1460:1997.

Da ciascuna partita saranno prelevati 9 campioni casuali: sarà determinato il peso medio del rivestimento di zinco su tre dei campioni prelevati; se risulterà uguale o superiore a $610 \text{ g/m}^2 + 10\%$ la partita sarà accettata.

In caso contrario la prova sarà estesa agli altri 6 campioni: se anche per questi ultimi il peso medio del rivestimento risulterà inferiore a $610 \text{ g/m}^2 - 10\%$ la partita sarà rifiutata e dovrà essere allontanata dal cantiere a cura e spese dell'Impresa.

La verifica della uniformità dello strato di zincatura sarà effettuata mediante un minimo di 5 immersioni, ciascuna della durata di un minuto, dei campioni in una soluzione di solfato di rame e acqua distillata (metodo secondo Preece) secondo la Norma UNI 5743/66.

Da ciascuna partita saranno prelevati 9 campioni casuali: saranno sottoposti a prova 3 campioni.

Se dopo 5 immersioni ed il successivo lavaggio non si avrà nell'acciaio alcun deposito di rame aderente metallico e brillante, la partita sarà accettata. In caso contrario la prova sarà estesa agli altri 6 campioni:

- se presenterà depositi di rame uno solo dei campioni prelevati la partita sarà accettata;
- se il numero dei campioni che presentano depositi di rame sarà più di 1, ma comunque non superiore a 3 dei 9 prelevati, la partita sarà accettata ma verrà applicata una penale al lotto che non possieda i requisiti richiesti; se il numero dei campioni che presentano depositi di rame sarà superiore a 3, la partita sarà rifiutata e dovrà essere allontanata dal cantiere a cura e spese dell'Impresa.

Tutte le prove e le verifiche dovranno essere effettuate a cura dell'Impresa sotto il controllo della Direzione Lavori, presso i Laboratori indicati dalla medesima.

Certificazioni

Il produttore, oltre ai controlli sistematici, con prove di qualificazione e di verifica della qualità, previste dalle Norme di cui al DM 09/1/96 dovrà presentare per ogni partita la certificazione attestante che la zincatura è stata realizzata secondo le specifiche che precedono.

La Direzione Lavori si riserva di effettuare controlli presso lo stabilimento dove viene effettuato il trattamento di zincatura.

Lavorazione

Il trattamento di zincatura a caldo potrà essere effettuato prima o dopo la lavorazione e piegatura delle barre, salvo diversa prescrizione che la Direzione Lavori si riserva d'impartire in corso d'opera.

Quando la zincatura viene effettuata prima della piegatura, eventuali scagliature del rivestimento di zinco nella zona di piegatura ed i tagli dovranno essere trattati con ritocchi di primer zincante organico bicomponente dello spessore di 80-100 micron.

5.5.11 Acciaio per c.a.p.

Omissis

5.5.12 Impermeabilizzazione di manufatti in conglomerato cementizio

Ove i disegni di progetto lo prevedano o quando la Direzione Lavori lo ritenga opportuno si provvederà alla impermeabilizzazione dell'estradosso di manufatti in conglomerato cementizio, interrati e non, quali i volti delle gallerie artificiali, ponti e viadotti, sottovia ecc.

Tale impermeabilizzazione verrà effettuata mediante:

- guaine bituminose nel caso in cui i manufatti debbano essere interrati.
- con membrane elastiche quando il manufatto debba rimanere scoperto.

I materiali da impiegare dovranno possedere le seguenti caratteristiche: gli strati impermeabilizzanti, oltre che possedere permeabilità all'acqua praticamente nulla, devono essere progettati ed eseguiti in modo da avere:

- elevata resistenza meccanica, specie alla perforazione in relazione sia al traffico di cantiere che alle lavorazioni che seguiranno alla stesa dello strato impermeabilizzante;
- deformabilità, nel senso che il materiale dovrà seguire le deformazioni della struttura senza fessurarsi o distaccarsi dal supporto, mantenendo praticamente inalterate tutte le caratteristiche di impermeabilità e di resistenza meccanica;
- resistenza chimica alle sostanze che possono trovarsi in soluzione o sospensione nell'acqua di permeazione

In particolare dovrà tenersi conto della presenza in soluzione dei cloruri impiegati per uso antigelo;

- durabilità, nel senso che il materiale impermeabilizzante dovrà conservare le sue proprietà per una durata non inferiore a quella della pavimentazione, tenuto conto dell'eventuale effetto di fatica per la ripetizione dei carichi;
- compatibilità ed adesività sia nei riguardi dei materiali sottostanti sia di quelli sovrastanti (pavimentazione);
- altre caratteristiche che si richiedono sono quelle della facilità di posa in opera nelle più svariate condizioni climatiche e della possibilità di un'agevole riparazione locale.

Le suaccennate caratteristiche dell'impermeabilizzazione devono conservarsi inalterate:

- tra le temperature di esercizio che possono verificarsi nelle zone in cui il manufatto ricade e sempre, comunque, tra le temperature di -10° e $+60^{\circ}$ C;
- sotto l'azione degli sbalzi termici e sforzi meccanici che si possono verificare all'atto della stesa delle pavimentazioni o di altri strati superiori.

Dovranno prevedersi prove e controlli di qualità e possibili prove di efficienza.

a) Guaine bituminose

I materiali da usare e le modalità di messa in opera saranno i seguenti:

- pulizia delle superfici: sarà sufficiente una buona pulizia con aria compressa e l'esportazione delle asperità più grosse eventualmente presenti, sigillature e riprese dei calcestruzzi non saranno necessarie; le superfici dovranno avere una stagionatura di almeno 20 giorni ed essere asciutte;
- primer: sarà dello stesso tipo descritto in precedenza e potrà essere dato anche a spruzzo, ad esso seguirà la stesa di circa $0,5 \text{ Kg/m}^2$;
- tipo di guaina: sarà preformata, di spessore complessivo pari a 4 mm, l'armatura dovrà avere peso non inferiore a 250 g/m^2 e resistenza non inferiore a $1000\text{-}1200 \text{ N/5cm}$, ed una flessibilità a freddo a -10°C , i giunti tra le guaine dovranno avere sovrapposizioni di almeno 5 cm e dovranno essere accuratamente sigillati con la fiamma e spatola meccanica;
- resistenza a punzonamento della guaina o dell'armatura (modalità A_1 o G_a): non inferiore a 10 Kg;
- resistenza a trazione (modalità G_2L e G_2T): 8 Kg/cm .

La massima cura dovrà essere seguita nella sistemazione delle parti terminali della guaina in modo da impedire infiltrazioni d'acqua al di sotto del manto; la Direzione dei Lavori potrà richiedere l'uso di maggiori quantità di massa bituminosa da spandere sul primer per una fascia almeno di 1 metro in corrispondenza di questi punti, o altri accorgimenti analoghi per assicurare la tenuta.

Una certa attenzione dovrà essere osservata nella fase di rinterro, evitando di usare a diretto contatto della guaina rocce spigolose di grosse dimensioni.

b) Membrane elastiche

La posa in opera delle membrane verrà preceduta dalla preparazione delle superfici di calcestruzzo da progettare, consistente in una accurata pulizia con aria compressa delle superfici.

La stuccatura di lesioni o vespai e/o l'asportazione di creste di calcestruzzo sarà decisa di volta in volta dalla Direzione Lavori.

Dopo aver posizionato a secco le singole membrane, curandone l'esatta sovrapposizione nei punti di giunzione, le stesse verranno riavvolte per procedere all'impregnazione del sottofondo con appositi adesivi. Le superfici da incollare comprenderanno l'intera superficie da coprire o parte di essa (zone delle sovrapposizioni, sommità del manufatto, punti in cui è possibile l'infiltrazione dell'acqua, ecc.) e la scelta verrà di volta in volta effettuata dalla Direzione dei Lavori.

Steso l'adesivo si srotoleranno le membrane esercitando sulle stesse la pressione necessaria per ottenere il collegamento al supporto.

Le giunzioni verranno sigillate mediante processo di vulcanizzazione da ottenersi con aria calda prodotta con appositi cannelli elettrici.

Le zone così saldate dovranno essere poi pressate con rullino. In alcuni casi (posizioni della giunzione critica nei confronti delle infiltrazioni) la Direzione Lavori potrà richiedere la doppia saldatura.

I risvolti finali delle membrane dovranno essere realizzati in modo da non permettere infiltrazioni di acqua; termineranno quindi o in scanalature da sigillare con mastici elastici, oppure verranno ricoperti con profili metallici non ossidabili da inchiodare al supporto.

Le caratteristiche delle membrane dovranno essere le seguenti:

- peso compreso tra 1 e 1,5 Kg/m²;
- resistenza alla trazione (ASTM - D 412) a temperatura ambiente, 70 Kg/m²;
- resistenza agli agenti ossidanti (ozono), 12 ore in atmosfera pari a 50 mg/m² senza formazione di microfessure o altre alterazioni.

5.6 FONDAZIONI STRADALI, SOTTOFONDI, PAVIMENTAZIONI CONGLOMERATO BITUMINOSO

5.6.1 *Strato di fondazione in misto granulometricamente stabilizzato*

5.6.1.1 *Descrizione*

La fondazione è realizzata con misto granulare corretto granulometricamente, ovvero con misto granulare (miscela di varie pezzature di aggregato, reperibile in natura e di provenienza diversa), corretto con

l'aggiunta o la sottrazione di determinate frazioni granulometriche al fine di migliorarne le proprietà fisico-meccaniche. La correzione può avvenire mediante materiale naturale o proveniente da frantumazione.

La frazione grossa di tali miscele (inerte con dimensioni superiori a 2 mm) potrà essere costituita da ghiaie, frantumati, detriti di cava o altro materiale ritenuto idoneo dalla Direzione Lavori.

La fondazione potrà essere formata da materiale di apporto idoneo, oppure da correggersi con adeguata attrezzatura, in impianto fisso di miscelazione.

Lo spessore da assegnare alla fondazione sarà fissato dalla Direzione Lavori.

5.6.1.2 Caratteristiche dei materiali da impiegare

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

1. L'aggregato deve avere dimensioni tali da risultare completamente passante al setaccio da 63 mm (o al crivello da 71 mm di apertura); non deve essere costituito da granuli di forma appiattita, allungata o lenticolare.
2. La granulometria deve essere compresa nel seguente fuso e deve avere andamento continuo ed uniforme praticamente concorde a quello delle curve limiti:

<i>Serie crivelli e setacci</i>	<i>Passante in peso</i>
SERIE UNI 2332	
Crivello 71	100
Crivello 40	75 - 100
Crivello 25	60 - 87
Crivello 10	35 - 67
Crivello 5	25 - 55
Setaccio 2	15 - 40
Setaccio 0,4	7 - 22
Setaccio 0,075	2 - 10

<i>Serie crivelli e setacci</i>	<i>Passante in peso</i>
SERIE UNI EN 13043	
Crivello 63	100
Crivello 31.25	66 - 100
Crivello 16	47 - 80

Crivello 8	30 - 63
Crivello 4	21 - 50
Setaccio 2	15 - 40
Setaccio 1	11 - 32
Setaccio 0, 5	8 - 24
Setaccio 0, 25	6 - 18
Setaccio 0, 125	4 - 14
Setaccio 0, 063	2 - 10

3. Il rapporto tra il passante al setaccio 0,075 UNI 2332 ed il passante al setaccio 0,40 UNI 2332 deve essere inferiore a 2/3.
4. La perdita in peso alla prova Los Angeles, eseguita sulle singole pezzature, secondo la norma UNI EN 1097-2:1999 "Prove per determinare le proprietà meccaniche e fisiche degli aggregati - Metodi per la determinazione della resistenza alla frammentazione", non deve essere superiore al 30%.
5. L'equivalente in sabbia, secondo la norma UNI EN 933-8:2000 "Prove per determinare le caratteristiche geometriche degli aggregati - Valutazione dei fini - Prova dell'equivalente in sabbia", determinato sull'aggregato della miscela da utilizzare, deve essere compreso fra 40 e 65%. I limiti superiore e inferiore dell'equivalente in sabbia potranno essere variati dalla Direzione Lavori in funzione della provenienza e delle caratteristiche del materiale utilizzato. In particolare, per tutti i materiali aventi equivalente in sabbia compreso fra 25 e 40%, se ritenuti idonei, la Direzione Lavori richiederà, in ogni caso, la verifica dell'indice di portanza CBR di cui al successivo comma 6). I suddetti controlli dovranno essere ripetuti sul materiale prelevato dopo costipamento in situ.
6. L'indice di portanza californiano CBR, secondo la normativa CNR-UNI 10009:1964, determinato dopo aver sottoposto il campione a quattro giorni di imbibizione in acqua, deve risultare non inferiore al 30%. L'indice C.B.R., inoltre, non dovrà scendere al di sotto del valore anzidetto per variazioni dell'umidità ottima di costipamento di $\pm 2\%$.
7. Qualora ritenuto necessario dalla Direzione Lavori, l'aggregato grosso (frazione di dimensioni maggiori di 2 mm), deve avere una sensibilità al gelo, determinata secondo la Norma CNR B.U. n° 80 del 15 Novembre 1980, non superiore al 30%.
8. L'aggregato fino (frazione di dimensioni minori di 2 mm) deve avere un Limite Liquido, ai sensi della Norma CNR-UNI 10014:1964, non superiore al 25%; il Limite Plastico deve essere non determinabile (e così l'Indice di Plasticità).
9. Il modulo di deformazione Md dello strato deve essere quello inserito nel progetto della pavimentazione e viene determinato impiegando la metodologia indicata nella Norma CNR 146/92.

Se le miscele contengono oltre il 60% in peso di elementi frantumati a spigoli vivi, l'accettazione avverrà sulla base delle sole caratteristiche indicate ai precedenti commi 1 - 5, (eventualmente 7) e 8, salvo nel caso citato al comma 5) in cui la miscela abbia equivalente in sabbia compreso tra 25 e 40%.

5.6.1.3 Studio della miscela in laboratorio

Al fine di determinare la migliore formulazione dell'impasto per la realizzazione dello strato di fondazione, l'Appaltatore dovrà preliminarmente eseguire uno studio di fattibilità e di ottimizzazione, mediante il quale definire i componenti della miscela, le relative caratteristiche fisico-meccaniche e i dosaggi delle pezzature, necessari per la produzione di un misto stabilizzato in grado di meglio soddisfare ai requisiti di accettazione previsti dal presente Capitolato.

Gli esiti e le conclusioni dell'indagine preliminare (mix-design) dovranno essere opportunamente documentati con tutti i certificati relativi alle prove di laboratorio effettuate, sia sui materiali componenti che sullo stabilizzato da utilizzare in fase di stesa. Dovrà essere inoltre contestualmente trasmessa alla Direzione Lavori una relazione circostanziata che illustri, in modo chiaro ed inequivocabile:

- tipologia e caratteristiche dei materiali che saranno utilizzati per la realizzazione dello strato di fondazione;
- luogo, modalità e tempi del loro approvvigionamento;
- luogo, modalità e tempi del loro impiego, trattamento e messa in opera;
- provvedimenti da porre in atto per garantire il mantenimento nel tempo dei loro requisiti fisici e meccanici, previsti nello studio preliminare e richiesti dal Capitolato;
- provvedimenti previsti in caso di variazione delle condizioni di cui ai punti precedenti.

Lo studio di fattibilità e ottimizzazione sui singoli componenti del misto granulometricamente stabilizzato, nonché sul prodotto finale, dovrà concernere la scelta degli aggregati lapidei nelle varie pezzature; dovranno essere indicate la natura e la provenienza dell'inerte, nonché, per ciascuna frazione e per lo stabilizzato che si intende impiegare, la curva granulometrica (UNI EN 933-1:1999 "Prove per determinare le caratteristiche geometriche degli aggregati - Determinazione della distribuzione granulometrica - Analisi granulometrica per stacciatura"), la massa volumica apparente dei granuli (UNI EN 1097-6:2002 "Prove per determinare le proprietà meccaniche e fisiche degli aggregati - Determinazione della massa volumica dei granuli e dell'assorbimento d'acqua") e tutte le caratteristiche fisiche e meccaniche indicate dal Capitolato fra i requisiti di accettazione (art. 5.6.1.2).

5.6.1.4 Modalità esecutive

Il materiale verrà steso in strati di spessore finito non superiore a 20 cm e non inferiore a 10 cm., e dovrà presentarsi, dopo costipato, uniformemente miscelato in modo da non presentare segregazione dei suoi componenti. L'eventuale aggiunta di acqua, per raggiungere l'umidità prescritta in funzione della densità è da effettuarsi mediante dispositivi spruzzatori.

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

Il piano di posa dovrà avere la sagoma ed i requisiti di compattezza prescritti.

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

Il costipamento sarà effettuato con l'attrezzatura più idonea al tipo di materiale impiegato e comunque dovrà essere oggetto di preventiva approvazione da parte della Direzione Lavori.

Il costipamento dello strato dovrà essere eseguito sino ad ottenere una densità in sito non inferiore al 95% della densità massima fornita dalla prova di costipamento, eseguita secondo la Norma CNR B.U. n° 69 del 30 Novembre 1978 con il procedimento AASHTO modificato.

Se la misura in sito riguarda materiale contenente fino al 25% in peso di elementi di dimensioni maggiori di 25 mm, la densità ottenuta verrà corretta in base alla formula:

$$d_r = \frac{d_i * P_c * (100 - x)}{100 * P_c - x * d_i}$$

in cui:

d_r = densità della miscela priva degli elementi di dimensione superiore a 25 mm;

d_i = densità della miscela "tal quale" (comprensiva, cioè, dell'inerte con dimensioni superiori a 25 mm);

P_c = peso specifico degli elementi di dimensione maggiore di 25 mm;

x = percentuale in peso degli elementi di dimensione maggiore di 25 mm.

La suddetta formula di trasformazione potrà essere applicata anche nel caso di miscele contenenti una percentuale in peso di elementi di dimensione superiore a 25 mm, compresa tra il 25 e il 40%. In tal caso, nella stessa formula, al termine x dovrà essere sempre dato il valore 25 (indipendentemente dalla effettiva percentuale in peso del trattenuto al crivello UNI 25 mm).

5.6.1.5 *Controllo dei requisiti di accettazione*

Il rispetto dei requisiti di accettazione sarà accertato dalla Direzione Lavori in corso d'opera, prelevando in cantiere il materiale già miscelato, sia all'atto della stesa che dopo il costipamento.

Nel cantiere di stesa dovranno essere effettuati i seguenti controlli:

- a) verifica dell'idoneità delle attrezzature di stesa e rullatura;
- b) verifica della composizione e delle caratteristiche intrinseche del misto stabilizzato, secondo i requisiti di cui all'art.5.6.1.2;
- c) verifica delle caratteristiche fisico-meccaniche del materiale costipato e, in particolare, di:

c.1) *peso specifico in situ*, secondo la Norma CNR B.U. n° 22 del 3 Febbraio 1972, in relazione alla densità massima determinata con procedura AASHTO Modificato e secondo le indicazioni di cui al precedente art. 5.6.1.4;

c.2) *modulo di deformazione M_d* , determinato con prova di carico su piastra al primo ciclo di carico, nell'intervallo di pressione compreso tra 0,15 e 0,25 N/mm², secondo la norma CNR B.U. n° 146 del 14 dicembre 1992; esso dovrà risultare non inferiore a 80 N/mm²;

c.3) *regolarità* dello strato: la superficie finita non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto di oltre 1 cm, controllato a mezzo di un regolo di m 4,50 di lunghezza e disposto secondo due direzioni ortogonali.

d) verifica dello spessore dello strato finito: saranno previste tolleranze, in più o in meno, fino al 5% dello spessore totale, a condizione che il massimo scostamento si presenti solo saltuariamente.

5.6.2 *Strato di fondazione (sottobase) in misto cementato*

5.6.2.1 *Descrizione*

Il misto cementato per fondazione (sottobase) sarà costituito da una miscela di inerti lapidei, impastata con cemento e acqua in impianto centralizzato con dosatori a peso o a volume. Lo spessore finito dell'unico strato in cui il materiale dovrà essere messo in opera in un unico strato non inferiore a cm 20 e non superiore a cm 30.

5.6.2.2 *Caratteristiche dei materiali da impiegare*

5.6.2.2.1 *Inerti*

Saranno impiegati aggregati naturali e di frantumazione, anche costituiti da ghiaie e sabbie di cava e/o di fiume, a condizione che la percentuale di frantumato complessiva sia superiore al 40% in peso, sul peso totale degli inerti. La Direzione Lavori potrà permettere l'impiego di quantità di materiale frantumato inferiori al limite stabilito, previa verifica che la miscela finale presenti comunque le resistenze a compressione e a trazione, a 7 giorni, prescritte nel seguito (a tal fine, si potrà modificare la composizione della miscela variando la percentuale delle sabbie presenti e/o la quantità di passante al setaccio da 0,075 mm).

Gli inerti avranno i seguenti requisiti:

1. Il materiale deve avere dimensioni tali da risultare completamente passante al crivello UNI 40 (o setaccio equivalente); non deve essere costituito da granuli di forma appiattita, allungata o lenticolare.
2. Granulometria compresa nel seguente fuso ed avente andamento continuo ed uniforme:

<i>Serie crivelli e setacci</i>	<i>Passante in peso</i>
<i>SERIE UNI 2332</i>	
Crivello 40	100
Crivello 30	80 - 100
Crivello 25	72 - 90
Crivello 10	40 - 55
Crivello 5	28 - 40
Setaccio 2	18 - 30
Setaccio 0,4	8 - 18
Setaccio 0,075	5 - 10

<i>Serie crivelli e setacci</i>	<i>Passante in peso</i>
<i>SERIE UNI EN 13043</i>	
Crivello 63	100
Crivello 31.25	80 - 100
Crivello 16	55 - 73
Crivello 8	34 - 48
Crivello 4	25 - 36
Setaccio 2	18 - 30
Setaccio 1	14 - 24
Setaccio 0, 5	9 - 19
Setaccio 0, 25	7 - 15
Setaccio 0, 125	5 - 12
Setaccio 0, 063	4 - 10

3. Perdita in peso alla prova Los Angeles, eseguita sulle singole pezzature, secondo la norma UNI EN 1097-2:1999, non superiore al 30%;
4. Equivalente in sabbia, secondo la norma UNI EN 933-8:2000, compreso fra 30 e 60 %.
5. Qualora ritenuto necessario dalla Direzione Lavori, l'aggregato grosso (frazione di dimensioni maggiori di 4 mm) dovrà avere:

5a) *sensibilità (non formattato per elenco, semplice testo) al gelo*, determinata secondo la Norma CNR B.U. n° 80 del 15 Novembre 1980, non superiore al 30%;

5b) *coefficiente di usura determinato con la prova Micro-Deval*, secondo la Norma UNI EN 1097-1:2000 "Prove per determinare le proprietà meccaniche e fisiche degli aggregati - Determinazione della resistenza all'usura (micro-Deval)", in presenza di acqua (MDU), non superiore al 25 %.

6. L'aggregato fino (frazione di dimensioni minori di 4 mm) dovrà avere un Limite Liquido, ai sensi della Norma CNR-UNI 10014, non superiore al 25%; il Limite Plastico deve essere non determinabile (e così l'Indice di Plasticità).
7. Il contenuto di rocce tenere, alterate o scistose, rocce degradabili, rocce solfatiche, rocce reagenti con alcali del cemento, ai sensi della Norma CNR B.U. n° 104 del 27 Novembre 1984, nell'aggregato grosso deve essere inferiore all'1%.
8. Il contenuto di rocce tenere, alterate o scistose, rocce degradabili, solfatiche o reagenti con alcali del cemento, ai sensi della Norma CNR B.U. n° 104 del 27 Novembre 1984, nell'aggregato fino deve essere inferiore all'1%. Così deve essere inferiore all'1%, nello stesso aggregato, il contenuto in ione $SO_4=$ e il contenuto di sostanze organiche.

5.6.2.2.2 Legante

Il cemento da impiegare, ai sensi del D.M. Industria, Commercio ed Artigianato del 13 Settembre 1993, deve essere del tipo ENV 197-1 CEM I, II, III o IV, tipo 32,5 o 42,5, ma non può avere elevata resistenza iniziale (32,5R o 42,5 R). La percentuale di legante sarà compresa tra il 2,5 e il 3,5% in peso sul peso dell'inerte (secco).

5.6.2.2.3 Acqua

Dovrà essere esente da impurità dannose, oli, acidi, alcali, materie organiche e da qualsiasi altra sostanza nociva. La quantità di acqua nella miscela sarà quella corrispondente all'umidità ottima di costipamento, con una possibile variazione percentuale (in aumento o in diminuzione) di 2 punti per consentire il raggiungimento delle resistenze appresso indicate.

5.6.2.3 Studio della miscela in laboratorio

Al fine di determinare la migliore formulazione dell'impasto per la realizzazione dello strato di fondazione (sottobase), l'Appaltatore dovrà preliminarmente eseguire uno studio di fattibilità e di ottimizzazione, mediante il quale definire i componenti della miscela, le relative caratteristiche fisico-meccaniche e i dosaggi delle pezzature, necessari per la produzione di un misto cementato in grado di meglio soddisfare ai requisiti di accettazione previsti dal presente Capitolato.

Gli esiti e le conclusioni dell'indagine preliminare (mix-design) dovranno essere opportunamente documentati con tutti i certificati relativi alle prove di laboratorio effettuate, sia sui materiali componenti che sul misto da utilizzare in fase di stesa.

Dovrà essere inoltre contestualmente trasmessa alla Direzione Lavori una relazione circostanziata che illustri, in modo chiaro ed inequivocabile:

1. tipologia e caratteristiche dei materiali che saranno utilizzati per la realizzazione dello strato di fondazione (sottobase), con particolare riguardo a inerte e legante;

2. luogo, modalità e tempi del loro approvvigionamento;
3. luogo, modalità e tempi del loro impiego, trattamento e messa in opera;
4. provvedimenti da porre in atto per garantire il mantenimento nel tempo dei loro requisiti fisici e meccanici, previsti nello studio preliminare e richiesti dal Capitolato;
5. provvedimenti previsti in caso di variazione delle condizioni di cui ai predetti punti 1 - 2 - 3.

Lo studio di fattibilità e ottimizzazione sui singoli componenti del misto cementato, nonché sul prodotto finale, dovrà concernere la scelta del cemento e degli aggregati lapidei nelle varie pezzature. Dovranno essere indicati: tipo, qualità e dosaggio del cemento; natura e provenienza dell'inerte; per ciascuna frazione e per la miscela di aggregati che si intende impiegare, la curva granulometrica (UNI EN 933-1:1999), la massa volumica apparente dei granuli (UNI EN 1097-6:2002) e tutte le caratteristiche fisiche e meccaniche indicate dal Capitolato fra i requisiti di accettazione (art. 5.6.2.2 1/2/3).

La quantità di acqua e di legante con cui effettuare l'impasto sarà preliminarmente determinata in laboratorio, per via sperimentale, mediante provini cilindrici su cui determinare la densità del secco, il carico di rottura a compressione, la resistenza a trazione indiretta, secondo la norma UNI EN 12390-6:2002

La prova di *resistenza a compressione* sarà eseguita su provini confezionati in stampi cilindrici di acciaio per prova C.B.R. (ai sensi della Norma CNR-UNI 10009), privi di disco spaziatore e dotati di collare di prolunga; negli stampi, il materiale sarà costipato in n° 5 strati, con n° 85 colpi per strato, con un'energia pari a quella prevista nella norma CNR B.U. n° 69 del 30 Novembre 1978 (Prova di costipamento di una terra) per il procedimento AASHTO Modificato. Onde consentire il regolare costipamento dell'ultimo strato si dovrà aver cura che la miscela, a costipamento ultimato, ecceda di 1 cm circa rispetto all'altezza del cilindro; l'eccedenza verrà eliminata, previa rimozione del collare di prolunga e rasatura dello stampo, in modo che l'altezza del provino risulti essere pari a quella dello stampo C.B.R. medesimo.

Il confezionamento dei campioni sarà eseguito dosando gli inerti secondo la curva granulometrica di progetto, dopo aver eliminato la frazione trattenuta al crivello 25 UNI (o al setaccio corrispondente), preparando più impasti con percentuali di cemento diverse e, per ogni percentuale di cemento, con percentuali di acqua diverse. Con ogni impasto si confezioneranno almeno 4 provini, sui quali verrà calcolata la densità secca.

I provini dovranno essere conservati negli stampi in ambiente umido per le prime 24 ore dal confezionamento; saranno quindi estratti e fatti stagionare per 6 giorni in ambiente umido (umidità relativa non inferiore al 90%) a temperatura di circa 20 °C. Per prove eseguite in cantiere la stagionatura sarà effettuata in sabbia umida.

I provini, dopo la stagionatura, saranno sottoposti a prova di rottura a compressione, condotta con l'applicazione di uno sforzo unitario crescente con continuità sino a rottura, in ragione di 1 N/mm²/s. La resistenza a compressione a 7 giorni, espressa come media su quattro provini, dovrà risultare compresa fra 4 e 7 N/mm²; qualora uno dei valori dovesse scostarsi dalla media di oltre il 20%, la media aritmetica sarà computata sui campioni rimanenti, a condizione che nessuno di questi manifesti un pari scostamento dalla

media risultante. In quest'ultima circostanza, qualora fossero due i campioni con valori di resistenza a compressione che si scostano di oltre il 20% dalla media, la prova dovrà essere integralmente ripetuta.

La prova di *resistenza a trazione indiretta* (prova brasiliana) sarà eseguita su provini confezionati secondo le modalità previste per la prova di compressione.

Il carico dovrà essere applicato, collocando il provino con il proprio asse orizzontale e interponendo appositi listelli in compensato o cartone duro (di sezione minima di mm 15 x 4 e lunghezza maggiore dell'altezza del campione), mediante i piatti di una pressa che dovranno trasmettere un gradiente di tensione costante sino a rottura, in ragione di 0,05 N/mm²/s. La resistenza a trazione indiretta, determinata su almeno tre provini, dovrà risultare non inferiore a 0,25 N/mm².

Dall'indagine sperimentale eseguita con la *prova di compressione* e la *prova di trazione indiretta* dovranno essere scelti: curva granulometrica; contenuto di legante; contenuto d'acqua da utilizzare nel confezionamento della miscela; densità e resistenze di progetto da utilizzare come riferimento nelle prove di controllo.

5.6.2.4 *Preparazione e controllo requisiti di accettazione in fase di confezionamento miscela*

L'Appaltatore, dopo aver eseguito lo studio della miscela in laboratorio, dovrà proporre alla Direzione Lavori la composizione da adottare e ad essa, una volta accettata, dovrà scrupolosamente attenersi per tutta la durata dei lavori.

La miscela verrà confezionata in appositi impianti centralizzati con dosatori a peso o a volume. La dosatura dovrà essere effettuata sulla base di un minimo di tre distinti assortimenti ed il controllo della stessa dovrà essere eseguito almeno ogni 1500 m³ di miscela.

L'osservanza della granulometria dovrà essere assicurata con esami giornalieri, da eseguirsi presso la centrale di miscelazione, subito prima della miscelazione.

Per quanto concerne la curva granulometrica dell'inerte, rispetto al valore percentuale del passante ai singoli vagli della curva granulometrica adottata, sarà ammessa una tolleranza di ± 5 punti dal crivello 40 al crivello 5 UNI e di ± 2 punti dal setaccio 2 UNI al setaccio 0,075 UNI, purché non vengano superati i limiti del fuso.

Per la quantità di cemento non sarà tollerato uno scostamento, dalla percentuale stabilita, superiore a $\pm 0,3$ punti.

5.6.2.5 *Modalità esecutive*

Il materiale verrà steso in un unico strato di spessore finito pari a quello prescritto dal progetto.

La miscela verrà stesa sul piano finito dello strato precedente, dopo che sia stata accertata dalla Direzione Lavori la rispondenza di quest'ultimo ai requisiti di quota, sagoma e compattezza prescritti.

Il materiale pronto per la messa in opera e il costipamento dovrà presentare in ogni punto la prescritta granulometria, composizione e dosaggio dei componenti. Dovrà, inoltre, possedere le caratteristiche fisico-meccaniche di impiego di cui agli art.5.6.2.2 e 5.6.2.3, fatte salve le prescrizioni di cui all'art.5.6.2.4. Una volta in opera, esso dovrà presentarsi, dopo costipamento, uniformemente miscelato, in modo da non rivelare segregazione dei suoi componenti.

La stesa verrà eseguita impiegando finitrici vibranti.

Il costipamento e la finitura dello strato saranno effettuati con l'attrezzatura più idonea al tipo di materiale impiegato e comunque essa dovrà essere oggetto di preventiva approvazione da parte della Direzione Lavori. In generale, il costipamento sarà realizzato con rulli lisci vibranti e rulli gommati (oppure rulli misti vibranti e gommati), comunque semoventi.

L'idoneità dell'attrezzatura e le modalità esecutive di posa e costipamento del misto cementato verranno, per ogni cantiere, determinate dalla Direzione Lavori su una stesa sperimentale, dove sarà utilizzata la miscela studiata per l'intervento specifico secondo la procedura di cui al precedente art.5.6.2.3.

Tutte le operazioni anzidette non dovranno essere eseguite quando le condizioni ambientali risulteranno tali da poter danneggiare la qualità dello strato.

La stesa della miscela non dovrà, di norma, essere eseguita con temperature dell'aria inferiori a 5 e superiori a 25 °C, né in presenza di pioggia. Potrà, tuttavia, essere consentita la stesa a temperature comprese fra i 25 e i 30 °C, a condizione che il misto cementato sia protetto da evaporazione durante il trasporto dall'impianto di miscelazione al luogo di impiego (ad esempio con teloni); nella stessa circostanza, sarà necessario provvedere ad un'abbondante bagnatura del piano di posa del misto cementato prima della sua applicazione, al fine di prevenire un anomalo assorbimento dell'acqua di impasto da parte del sottofondo.

Le operazioni di costipamento del misto cementato e la successiva applicazione dello strato protettivo in emulsione bituminosa sulla superficie del medesimo, dovranno essere eseguite immediatamente dopo la stesa della miscela.

Le condizioni ideali di lavoro si hanno con temperature di 15 – 18 °C ed umidità relativa del 50 % circa. Temperature superiori saranno ancora accettabili con umidità relative anch'esse crescenti; comunque è opportuno, anche per temperature inferiori alla media, che l'umidità relativa all'ambiente non scenda al di sotto del 15 %, in quanto ciò potrebbe provocare ugualmente una eccessiva evaporazione del getto.

Il tempo intercorrente tra la stesa di due strisce affiancate non dovrà superare di norma 1-2 ore per garantire la continuità della struttura.

Particolari accorgimenti dovranno adottarsi nella formazione dei giunti longitudinali di ripresa, che andranno protetti con fogli di polistirolo espanso (o materiale similare) conservati umidi.

Il giunto di ripresa sarà ottenuto terminando la stesa dello strato a ridosso di una tavola, da togliere al momento della ripresa del getto; se non si fa uso della tavola, sarà necessario, prima della ripresa del getto,

provvedere a tagliare l'ultima parte del getto precedente, in modo che si ottenga una parete verticale su tutto lo spessore dello strato.

Non saranno eseguiti altri giunti, all'infuori di quelli di ripresa.

Il tempo di maturazione protetta non dovrà essere inferiore alle 72 ore, durante le quali il misto cementato dovrà essere protetto dal gelo.

Il transito di cantiere potrà essere ammesso sullo strato finito a partire dal terzo giorno dopo quello in cui è stata effettuata la stesa, ma solo e limitatamente ai mezzi gommati.

Strati eventualmente compromessi da improprie condizioni meteorologiche o da altre cause dovranno essere rimossi e ricostruiti a cura e spese dell'Appaltatore.

5.6.2.6 Protezione superficiale

Subito dopo il completamento delle opere di costipamento e di rifinitura dovrà essere eseguito lo stendimento di un velo protettivo di emulsione bituminosa acida (cationica) al 55% in ragione di 1-1,5 kg/m², in relazione al tempo ed alla intensità del traffico di cantiere cui esso potrà venire sottoposto; successivamente si provvederà allo spargimento di sabbia.

5.6.2.7 Controllo dei requisiti ed accettazione delle lavorazioni

Il costipamento dello strato in misto cementato dovrà essere eseguito sino ad ottenere una densità in sito non inferiore al 97% della densità massima del progetto.

Il controllo di detta densità dovrà essere eseguito con cadenza giornaliera (almeno 1 prova per giornata lavorativa), prelevando il materiale durante la stesa, ovvero prima dell'indurimento.

La densità in sito si valuterà secondo le prescrizioni della Norma CNR B.U. n° 22 del 3 Febbraio 1972 (metodo del volumometro a sabbia o a membrana), avuto riguardo di correggere la misura in modo da eliminare il contributo degli elementi di dimensione superiore a 25 mm.

Ciò potrà essere ottenuto mediante la metodologia analitica proposta all'art. 5.6.1.4, oppure attraverso una misura diretta, consistente nella separazione mediante vagliatura degli elementi di pezzatura maggiore di 25 mm e nella loro sistemazione nel cavo di prelievo prima di effettuare la misura col volumometro. La sistemazione di questi elementi nel cavo dovrà essere effettuata con cura, elemento per elemento, per evitare la formazione di cavità durante la successiva misurazione del volume.

Il controllo della densità potrà anche essere effettuato sullo strato finito (almeno con 15-20 giorni di stagionatura), su provini estratti tramite carotatrice; la densità secca verrà ricavata come rapporto tra il peso della carota, essiccata in stufa a 105-110 °C, ed il suo volume, ricavato per mezzo di pesata idrostatica previa paraffinatura del provino. In questo caso la densità dovrà risultare non inferiore al 100% della densità del progetto.

Nel corso delle prove di densità verrà anche determinata l'umidità della miscela che, per i rilievi effettuati alla stesa, non dovrà eccedere le tolleranze indicate all'art.5.6.2.2.3.

Prove di *compressione* e di *trazione indiretta* saranno eseguite prelevando un numero minimo di 8 campioni (4 per la compressione, 4 per la trazione) per ogni 1500 m³ di materiale costipato e frazione eccedente. La preparazione dei provini per le singole determinazioni avverrà previa eliminazione, mediante vagliatura con crivello o setaccio, dell'inerte con dimensioni superiori a 25 mm.

La resistenza, a 7 giorni, a *compressione* e a *trazione indiretta*, determinata su provini confezionati prelevando la miscela durante la stesa e prima del costipamento definitivo e stagionati secondo le indicazioni del precedente articolo, potrà discostarsi dai valori di riferimento preventivamente determinati in laboratorio con una tolleranza del 20 %, in aumento come in diminuzione, ma mai potrà essere inferiore ai minimi prescritti per lo studio di laboratorio (rispettivamente 4 N/mm² per la *resistenza a compressione*, 0,25 N/mm² per la *resistenza a trazione* indiretta).

Il *modulo di deformazione* M_d , determinato con prova di carico su piastra al primo ciclo di carico, nell'intervallo di pressione compreso tra 0,15 e 0,25 N/mm², secondo la norma CNR B.U. n° 146 del 14 dicembre 1992, fra 3 e 12 ore dopo la compattazione del materiale, dovrà altresì risultare non inferiore a 150 N/mm².

La superficie finita non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto di oltre 1 cm, controllato a mezzo di un regolo di m. 4,50 di lunghezza, disposto secondo due direzioni ortogonali; tale scostamento non potrà essere che saltuario.

Qualora si dovesse rilevare un maggior scostamento dalla sagoma di progetto, non sarà consentito il ricarico superficiale e l'Impresa dovrà rimuovere e riapplicare, a sua totale cura e spesa, lo strato per il suo intero spessore.

5.6.3 Stabilizzazione in sito

5.6.3.1 Stabilizzazione di terreni naturali a cemento

5.6.3.1.1 Descrizione

La stabilizzazione a cemento con miscelazione in sito per la costruzione di strati di sottobase sarà eseguita utilizzando una miscela di inerti costituenti la preesistente fondazione in misto granulare o da materiale nuovo da miscelare in sito, mediante idonei miscelatori (pulvimixer), dopo aggiunta di cemento ed acqua, per uno spessore complessivo di 25 cm.

Altri spessori potranno essere richiesti purché non inferiori a 20 cm e non superiori a 30 cm.

5.6.3.1.2 Caratteristiche dei materiali da impiegare

5.6.3.1.2.1 Inerti

Nel caso di impiego della preesistente fondazione in misto granulare, occorrerà verificare l'assenza di sostanze plastiche (limi, argille) e la rispondenza alle prescrizioni granulometriche (CNR B.U. n.23 del 14.12.1971) indicate nel fuso seguente:

<i>Serie crivelli e setacci</i>	<i>Passante in peso</i>
<i>SERIE UNI 2332</i>	
Crivello 71	100
Crivello 40	75 - 100
Crivello 25	60 - 87
Crivello 10	35 - 67
Crivello 5	25 - 50
Setaccio 2	15 - 40
Setaccio 0,4	7 - 22
Setaccio 0,075	2 - 10

<i>Serie crivelli e setacci</i>	<i>Passante in peso</i>
<i>SERIE UNI EN 13043</i>	
Crivello 63	100
Crivello 31,25	80 - 100
Crivello 16	55 - 73
Crivello 8	34 - 48
Crivello 4	25 - 36
Setaccio 2	18 - 30
Setaccio 1	14 - 24
Setaccio 0,5	9 - 19
Setaccio 0,25	7 - 15
Setaccio 0,125	5 - 12
Setaccio 0,063	4 - 10

Qualora le caratteristiche del misto non rispondessero a tali indicazioni la D.LL. potrà permetterne la correzione mediante aggiunta di inerti di dimensioni e caratteristiche tali da riportare la curva granulometrica nel fuso richiesto e per un massimo del 20% in peso del totale della miscela.

L'indice di plasticità dovrà essere inferiore a 10 e comunque il prodotto finale dovrà avere le caratteristiche a compressione e a trazione a 7 giorni di seguito prescritte.

Nel caso di impiego di misto granulare nuovo la curva granulometrica dovrà essere sempre continua ed uniforme e rispettare i limiti del fuso di seguito riportato; gli inerti non dovranno avere forma allungata o lenticolare e la perdita in peso Los Angeles (CNR B.U. n.27 del 30.3.1972) non superiore a 30% in peso.

L'indice di plasticità (CNR UNI 10.014) dovrà risultare uguale a zero.

<i>Serie crivelli e setacci</i>	<i>Passante in peso</i>
<i>SERIE UNI 2332</i>	
Crivello 40	100
Crivello 30	80 - 100
Crivello 25	72 - 90
Crivello 15	53 - 70
Crivello 10	40 - 55
Crivello 5	28 - 40
Setaccio 2	18 - 30
Setaccio 0,4	8 - 18
Setaccio 0,18	6-14
Setaccio 0,075	5 - 10

5.6.3.1.3 Legante

Verrà impiegato cemento normale (Portland, pozzolanico o d'alto forno) di classe 325.

A titolo indicativo la percentuale di cemento sarà compresa tra il 3,5% e il 5% sul peso degli inerti asciutti.

E' possibile sostituire parzialmente questa percentuale con cenere di carbone del tipo leggero (cenere volante) di recente produzione.

Orientativamente le ceneri leggere possono sostituire fino al 30% del peso indicato di cemento.

La quantità in peso di ceneri da aggiungere per ottenere pari caratteristiche meccaniche, scaturirà da apposite prove di laboratorio.

Indicativamente ogni punto percentuale di cemento potrà essere sostituito da 4-5 punti percentuali di ceneri.

5.6.3.1.4 Acqua

Dovrà essere pura ed esente da sostanze organiche.

La quantità di acqua dovrà essere quella corrispondente all'umidità ottima di costipamento determinata nello studio della miscela con variazione compresa tra $\pm 2\%$ del peso della miscela per consentire il raggiungimento delle resistenze appresso indicate.

L'umidità potrà essere controllata in cantiere con sistemi rapidi.

Nel caso di lavori durante la stagione calda sarà opportuno procedere alla miscelazione con eccesso di acqua ed eventualmente riumidificare il misto miscelato, prima della rullatura.

5.6.3.1.5 Studio della miscela in laboratorio

Si richiamano espressamente le norme di cui al punto 5.6.2.3.

5.6.3.1.6 Modalità esecutive

La demolizione degli strati legati a bitume dovrà interessare la corsia da sistemare per una larghezza che sarà di volta in volta indicata dalla D.LL. e che comunque non dovrà essere inferiore a 4,5 m alla base dello scavo.

Si dovranno comunque comprendere nella superficie da demolire anche i giunti di strisciata dei vari strati eventualmente gradonando la sezione di scavo dalla quota superiore a quella inferiore in modo che la larghezza dello strato da miscelare non sia inferiore a 4,0 m.

Nel caso di fondazioni in macadam o scapoli di pietrame e di fondazioni in misto granulare o stabilizzato molto compromesse per la presenza di sostanze argillose od altro, si procederà, dietro preciso ordine della D.LL. alla loro demolizione ed asportazione.

La ricostruzione dello strato di fondazione sarà effettuata mediante la posa in opera di uno strato in misto granulare e/o uno strato di misto cementato confezionato in centrale secondo disposizioni della D.LL.

Nei casi di fondazione in misto granulare parzialmente compromessa (al di sotto del 50% della superficie dello scambio da risanare) si dovrà provvedere alla sostituzione dei materiali non idonei con materiali nuovi (di caratteristiche granulometriche uguali a quelle del materiale fresco d'apporto descritte al punto 5.6.3.1.2.1), salvo diverso avviso della D.LL.

La rimozione della parte di strato da trattare dovrà essere realizzata mediante scarifica con idonea pala cingolata munita di "rippers" per uno spessore non inferiore a 25 cm (dovrà essere controllata la validità dalla D.LL.). Il cemento o la miscela cemento-cenere preventivamente omogeneizzata a secco in impianto caricando da due silos diversi lo stesso distributore da usare in sito, nelle quantità stabilite, verrà distribuita in modo uniforme su tutta la superficie rimossa mediante idonei spargitori. Se inizia a piovere durante questa operazione, si renderà necessario interrompere la distribuzione del cemento ed iniziare immediatamente la miscelazione del cemento con il misto granulare.

La miscelazione, preceduta da umidificazione il cui grado sarà definito in funzione della percentuale di umidità presente nel materiale da trattare e dalle condizioni ambientali, sarà realizzata con idonea

attrezzatura approvata dalla D.L. in grado di rimuovere e mescolare uniformemente uno spessore minimo di 25 cm.

La miscelazione dovrà interessare tutta la superficie in modo uniforme comprese le fasce adiacenti alle pareti verticali dello scavo. La miscelazione non dovrà mai essere eseguita in condizioni ambientali e atmosferiche avverse quali: pioggia o temperatura ambiente non comprese tra 5°C e 35°C.

Le condizioni ambientali ottimali si verificano con temperature intorno a 18°C e con tasso di umidità di circa il 50%; con temperature superiori l'umidità dovrà risultare anch'essa crescente. Con temperature inferiori il tasso di umidità non dovrà essere inferiore al 15%.

Completata l'operazione di miscelazione si dovrà provvedere al regolare ripristino dei piani livellando il materiale con idonea attrezzatura secondo le quote e le disposizioni della D.L.

Il materiale dovrà presentare in ogni suo punto uniformità granulometrica e giusto dosaggio di cemento.

Le operazioni di costipamento e la successiva stesa dello strato di protezione dovranno essere eseguite immediatamente dopo le operazioni di miscelazione e di risagomatura; dovranno comunque essere ultimate entro tre ore dalla stesa del cemento.

L'addensamento dello strato che potrà essere preceduto, a discrezione della D.L., da una eventuale ulteriore umidificazione, dovrà essere realizzato come indicato al punto 5.6.2.5.

5.6.3.1.7 Norme di controllo delle lavorazioni

Si richiamano espressamente le norme di cui al punto 5.6.2.7.

5.6.3.1.8 Protezione superficiale

Si richiamano espressamente le norme di cui al punto 5.6.2.6.

5.6.3.1.9 Trattamento delle terre con calce

5.6.3.1.9.1 Generalità

Si intende per stabilizzazione di una terra, una miscelazione intima di terra e calce ed eventualmente acqua tale da produrre un miglioramento significativo, in genere a medio e/o a lungo termine, delle proprietà fisico-meccaniche della miscela risultante che la rendano stabile alle azioni dell'acqua e del gelo.

5.6.3.1.10 Materiali

5.6.3.1.10.1 Terre

Sono idonei al trattamento a mezzo di calce i terreni limosi e/o argillosi dei gruppi A6 e A7, del gruppo A5 quando di origine vulcanica od organogena o ghiaie limo-argillose dei gruppi A2-6 e A2-7 altrimenti non utilizzabili, che dovranno avere le seguenti caratteristiche:

- Granulometria	(rientrante nel fuso granulometrico riportato nella Norma CNR B.U. n.36)
- Indice di plasticità	> 10
- Sostanze organiche	< 2% (*)(***)
- Solfati totali (solfati e solfuri)	< 0.25% (**)
- Nitrati	< 0.1%
- Contenuto d'acqua	$W_n \leq 1.3 W_{opt}$ (standard)(****)

Saranno ammesse granulometrie diverse da quelle interamente comprese nel fuso e un valore minore della plasticità a condizione che si dimostri l'idoneità della terra ad essere trattata, attraverso lo studio delle miscele di laboratorio e un campo prova preventivamente approvato dalla Direzione Lavori. In ogni caso l'indice di plasticità dovrà essere $I_p > 5$.

La terra da stabilizzare dovrà essere libera di vegetazione e di qualsiasi altro materiale estraneo.

Nota: (*) Questo valore può essere superato fino al valore del 4% nel caso di impiego del trattamento per il piano di posa del rilevato, purché sia dimostrato il raggiungimento dei requisiti di resistenza, deformabilità e durabilità richiesti.

Nota: ()** I terreni con contenuto di solfati totali >1% non sono idonei al trattamento a calce; le terre con un contenuto di solfati totali compreso tra 1% e 0.25% potrebbero, in casi eccezionali essere accettati, e comunque dopo uno specifico studio di laboratorio.

Nota: (*)** Sono consentite prove colorimetriche, per la valutazione preliminare del contenuto di sostanze organiche, ai sensi della norma UNI 1744-1. Nel caso di esito positivo della suddetta prova, si procederà alla verifica in laboratorio chimico secondo la norma NF P 94-055. Al fine di ottenere una correlazione fra la scala dei colori della prova colorimetrica ed i risultati analitici della prova AFNOR, dovranno essere eseguiti dei confronti sui campioni del medesimo terreno da trattare.

Nota: (**)** L'umidità W_n è quella del terreno naturale da trattare; W_{opt} (standard) è da intendersi quella ottimale ottenuta dalla prova di compattazione Proctor Standard della miscela terra-calce.

5.6.3.1.11 Calce

I tipi di calce da impiegare sono:

- calce aerea idrata in polvere sfusa;
- calce aerea viva macinata sfusa.

L'impiego della calce viva macinata, per il suo effetto essiccante, è preferibile nei casi nei quali i valori di umidità sono sensibilmente più elevati del valore ottimo per il costipamento.

La calce idrata e/o viva confezionata in sacchi non dovrà essere utilizzata.

Entrambi i tipi dovranno rispondere ai requisiti di accettazione indicati nel R.D. 2231 del 16 novembre 1939 ed inoltre dovranno avere le seguenti caratteristiche:

Requisito	Calce Viva	Calce Idrata
CO ₂	≤ 5%	-
Titolo in ossidi liberi		
(CaO+MgO) (*)	≥ 84%	-
Tenore in MgO	≤10%	≤ 8%
Titolo in idrati totali (CaOH ₂)	-	> 85%
SiO ₂ +Al ₂ O ₃ +Fe ₂ O ₃ +SO ₃	≤ 5%	≤5%
Umidità	-	≤ 2%

Nota^(*) : La determinazione del titolo in ossidi liberi espresso come CaO dovrà essere effettuata secondo la formula $(100-I-2.27 *CO_2 -X)$ dove:

I = percentuale di impurezze (SiO₂ + Al₂O₃ + Fe₂O₃ + SO₃);

X è la percentuale di acqua legata chimicamente

Le caratteristiche granulometriche saranno le seguenti:

	Calce Viva	Calce Idrata
Passante al setaccio 2 mm	100%	100%
Passante al setaccio 0.2 mm	≥ 90%	—
Passante al setaccio 0.075 mm	≥ 50%	≥ 90%

5.6.3.1.11.1 Acqua

L'acqua utilizzata non dovrà contenere apprezzabili quantità di sostanze organiche e/o inorganiche che possano inibire le reazioni chimiche del trattamento (es. acque salmastre, con contenuto di oli, solfati, cloruri, etc).

5.6.3.1.12 Studio preliminare

Scopo dello studio delle miscele è quello di raggiungere il miglioramento prefissato delle caratteristiche del terreno, con il minimo impiego di calce e tale da assicurare nel tempo i requisiti richiesti.

Per verificare la compatibilità del terreno al trattamento a calce dovranno essere prelevati dei campioni da sottoporre a prove di laboratorio. Sulla base dei risultati ottenuti su questi campioni dovranno essere definite delle fasce di terreno "omogeneo", inteso come terreno che dovrà essere trattato con il medesimo quantitativo di calce.

Nel caso in cui il terreno sia trattato in situ dovranno essere prelevati n. 1 campione ogni volta che il terreno abbia caratteristiche differenti e in ogni caso almeno 1 ogni 1000 mq secondo uno schema a maglie e comunque rappresentativo dell'area da trattare.

Qualora il terreno da trattare provenga da una cava di prestito, dovrà essere prelevato un campione per ogni quantitativo di terreno omogeneo e comunque almeno 1 ogni 2000 mc.

Il terreno da prelevare in cava dovrà essere identificato mediante scavi di pozzetti e/o sondaggi di profondità adeguata per individuare l'omogeneità del fronte di scavo.

Qualora il terreno da trattare provenga da scavi di linea potrà essere classificato mediante campionatura in cumulo o su strati di materiale steso prima della miscelazione con calce e con frequenza di un campione rappresentativo ogni 2000 mc.

Per i terreni provenienti dallo scavo di pali e diaframmi le modalità e le frequenze di campionamento verranno definite caso per caso in relazione alle caratteristiche specifiche dei terreni interessati; tali terreni potranno essere utilizzati solo previa approvazione della Direzione Lavori.

Prima di dare inizio alle lavorazioni, si dovrà effettuare uno studio di laboratorio per definire la formulazione della miscela attraverso:

- a) l'identificazione del terreno;
- b) lo studio delle miscele sperimentali;
- c) realizzazione del campo prova;
- d) la scelta della miscela da utilizzare.

5.6.3.1.13 Identificazione del terreno

Per trattamenti di terre in sito si preleveranno campioni da pozzetti esplorativi ogni 2000 m² e comunque con distanze reciproche tra questi non superiori ai 200 m e profondità almeno pari a quella del suolo da trattare; quando si presume che le caratteristiche del suolo siano più variabili di quanto sopra contemplato si incrementerà opportunamente la frequenza di campionamento.

Si procederà alla classificazione geotecnica di laboratorio per la determinazione dei seguenti parametri:

- Composizione granulometrica mediante setacciatura a umido, con la determinazione del diametro massimo, della percentuale del passante a 2 mm, a 0.4 mm e a 0.075 mm.
- Indice di plasticità.

Sulla base delle prove suddette dovranno essere individuate le superfici e/o i volumi omogenei e rappresentativi dei terreni oggetto dello studio.

Per ogni campione rappresentativo di ciascuna superficie e/o volume omogeneo, dovranno essere determinati:

- Curva granulometrica cumulativa

- Indici di consistenza e di plasticità
- Contenuto d'acqua (W_n)
- Contenuto in solfati e solfuri
- Contenuto in sostanza organica
- Contenuto in nitrati
- Caratteristiche di costipamento mediante prova di costipamento Proctor Standard, con determinazione di umidità ottima (W_{opt}).
- Indice CBR
- Indice CBR immediato (IPI).

5.6.3.1.14 Studio delle miscele sperimentali

Le prove di laboratorio su un terreno proposto per il trattamento hanno lo scopo di stabilire:

- a) le regole che forniscono il dosaggio in calce del trattamento in funzione dell'IPI e del contenuto d'acqua previsto al momento della messa in opera. I risultati dovranno essere forniti sotto forma di diagrammi ed abachi come esemplificato nella fig. 1;
- b) la compatibilità del trattamento in relazione ai requisiti dell'opera prescritti nel par. 5.6.3.1.25.

Per quanto si riferisce al punto a), la procedura comprenderà la sperimentazione su più miscele necessarie alla formulazione di diagrammi come quelli di fig. 1, a partire da campioni della frazione granulometrica del materiale ≤ 20 mm, con riferimento ai corrispondenti valori dell'IPI.

Lo studio delle miscele dovrà essere così formulato. Si determinerà il consumo iniziale di calce (di seguito indicato con "CIC") ovvero la quantità di calce necessaria per soddisfare le reazioni immediate terra-calce, in relazione alla capacità di scambio cationico dei materiali argillosi.

A partire da una percentuale minima di calce pari al determinato valore del CIC, dovranno essere preparate diverse miscele terra-acqua-calce aumentando dello 0,5% il contenuto di calce. In ogni caso la percentuale iniziale di calce utilizzata nello studio non dovrà essere $< 2\%$ (riferito al peso del secco del terreno) ed il numero minimo di miscele da esaminare non dovrà essere inferiore a tre.

Per le diverse miscele sperimentali dovranno essere effettuati:

1. Analisi granulometrica continua
2. Indice di plasticità e di consistenza
3. Indice CBR imbibito (a 7 e 28 giorni)
4. Indice IPI. Si ricercherà la minima percentuale di calce che consenta di ottenere un IPI > 10
5. Prova Proctor Standard
6. Prova di compressione semplice (a 1, 7 e 28 giorni)

7. Prova di rigonfiamento lineare e volumetrico delle miscele con $IPI > 10$. Si dovrà verificare, per ciascun provino, un aumento di volume rispetto al provino appena compattato inferiore al 1%
8. Prove di taglio diretto C D a 28 giorni di maturazione su campioni "tal quali" e dopo completa saturazione in acqua (per un tempo massimo di 7 giorni), costipati con energia AASHTO Standard e umidità pari a W_{opt} , e $W_{opt} \pm 2\%$.

5.6.3.1.15 Realizzazione del campo prova

Ultimato lo studio delle miscele sperimentali dovrà essere predisposto un campo prova per verificare su scala reale i dati ottenuti in laboratorio, per verificare i dati di progetto nonché per mettere a punto le metodologie di esecuzione dei rilevati di linea (metodo di compattazione di ogni singolo strato, metodo di ammorsamento fra uno strato e il successivo, modalità di profilatura delle scarpate, protezione delle superfici finite). Per questo scopo, quando è previsto il trattamento a calce delle terre del piano di posa dei rilevati e per le sedi in trincea, per ogni zona omogenea di terreno trattato, dovrà essere realizzato un campo prova di larghezza 4 m e di lunghezza utile 30 m. Quando è previsto il trattamento a calce delle terre da impiegare per la realizzazione degli strati del corpo dei rilevati, per ogni zona omogenea di terreno trattato, dovrà essere realizzato un campo prova di dimensioni utili in sommità 4 m x 50 m (escluse le rampe di accesso degli automezzi nel caso dei rilevati).

Dovranno essere messi in opera diversi schemi di rullatura, scelti in funzione del terreno da compattare, per verificare ed eventualmente ottimizzare le operazioni di compattazione.

Dovranno essere sperimentate almeno 2 miscele tra quelle ritenute idonee dallo studio di laboratorio e che soddisfino la stabilità globale dell'opera. Il terreno da utilizzare per il campo prova dovrà rispondere ai requisiti di cui al punto 5.6.3.1.13 e i risultati, opportunamente certificati, dovranno essere riportati in un'apposita relazione. Per quanto riguarda il corpo del rilevato, esso dovrà essere costituito da almeno 3 strati di terreno trattato, aventi ciascuno uno spessore di 30 cm dopo la compattazione.

Inoltre per la realizzazione del campo prova, sia per il piano di posa sia per gli strati del corpo del rilevato dovranno essere effettuate le operazioni che seguono.

- Dovrà essere tarata la spanditrice di calce per il controllo del dosaggio.
- Prima della stesa della calce dovrà essere controllato il contenuto d'acqua e confrontato con quello utilizzato nello studio delle miscele.
- Dopo la miscelazione dovrà essere di nuovo controllato il valore del contenuto d'acqua.
- La miscela dovrà essere poi compattata secondo schemi di rullatura prefissati.
- Il prodotto finale dovrà essere controllato mediante la determinazione del modulo di deformazione, con piastra da 30 cm, ed il suo andamento nel tempo. Le misure dovranno essere effettuate per ogni strato almeno al tempo 0 (cioè subito dopo la compattazione), a 24h, a 3gg e a 7gg su almeno 5 punti appartenenti ad una porzione di rilevato omogenea, sia per la miscela che per le modalità di

compattazione. Solo all'ultimo strato verranno effettuate le misure anche a 30gg dalla compactazione.

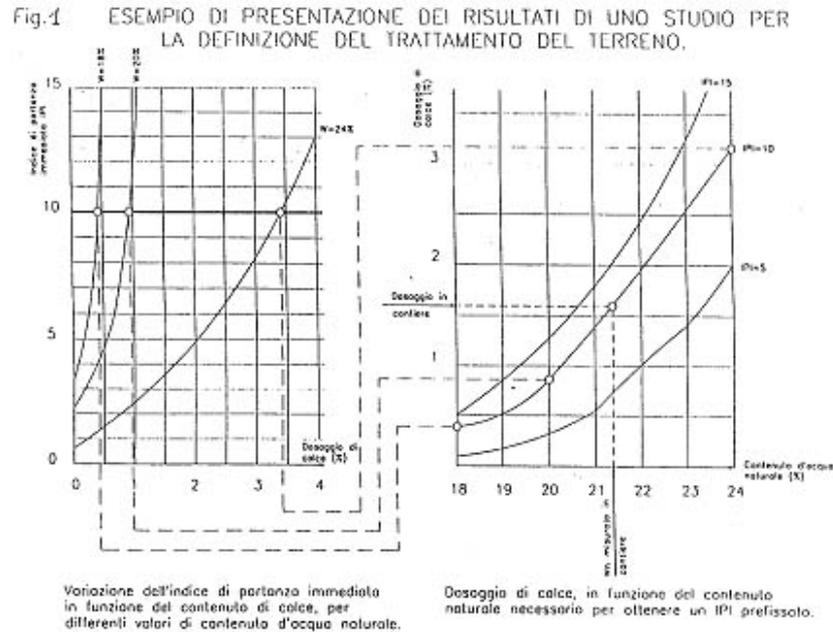
- Dovranno inoltre essere misurati i valori del CBR sul terreno trattato per il campo prova, delle densità in situ e del contenuto d'acqua nelle porzioni di terreno vive in vicinanza dei punti di misura del modulo su piastra.
- Si dovranno determinare, mediante prove di laboratorio su campioni indisturbati prelevati dal terreno trattato, le caratteristiche meccaniche in termini di coesione ed angolo di attrito interno in condizioni drenate e non (c' , ϕ' , c_u), sia nelle condizioni "tal quali" (28 giorni) che nelle condizioni, dopo 28 giorni di maturazione, indicate nel seguito:
- cicli di imbibizione ed essiccamento, ciascuno composto da completa imbibizione in acqua per almeno 4 giorni ed essiccamento per 24 h in forno a 105°C;
- completa saturazione in acqua per almeno 7 giorni.
- I valori dei parametri di resistenza così determinati dovranno garantire la stabilità del corpo del rilevato (condizioni a breve e a lungo termine). Per ogni campione provato verranno determinati peso di volume, densità secca, umidità e grado di saturazione.
- Dovrà essere determinato, sulla base delle prove di densità in situ di cui al par. 5.6.3.1.25.5, il valore medio di riferimento $\gamma_{d,med}$, da utilizzare secondo i criteri di cui al suddetto paragrafo. $\gamma_{d,med}$ rappresenta la media di tutte le prove di densità in situ condotte nel campo prova.
- Dovrà essere controllato lo spessore dello strato finito.
- Dovrà essere verificata l'idoneità delle metodologie esecutive previste (protezione degli strati, ammorsamento fra gli strati, fuori sagoma, riprofilatura).

I risultati ottenuti dovranno confermare quelli dello studio. Nel caso nel quale i requisiti minimi, previsti al par.5.6.3.1.25.5, nonché i valori di resistenza atti a garantire la stabilità del rilevato, non venissero raggiunti, dovranno essere modificati i metodi di compactazione e/o le miscele terra/calce fino ad ottenere i requisiti minimi richiesti; in caso contrario si dovrà scartare il prodotto sperimentato.

I campi prova dovranno costituire il riferimento per la costruzione dei rilevati pertanto negli elaborati finali dei campi prova dovranno essere chiaramente specificate le modalità realizzative da riprodurre in corso d'opera.

5.6.3.1.16 Scelta della miscela da utilizzare

La miscela ottimale scaturirà dai risultati delle analisi effettuate in laboratorio e da quelli ottenuti nel campo prova e, in ogni caso, dovrà essere approvata dalla Direzione Lavori



5.6.3.1.17 Modalità di esecuzione e prescrizioni

La tecnica consiste nello spandimento della calce sulla superficie di terreno da miscelare mediante l'ausilio di mezzi meccanici.

Il trattamento a calce del terreno non dovrà essere effettuato in caso di pioggia, di temperature inferiori a 5°C, in presenza di vento forte e nel caso nel quale ci sia presenza di acqua o venute di acqua sul piano dove viene steso il terreno da trattare. Nel caso che il terreno sia saturo fino al p.c., prima di procedere al trattamento con calce del piano di posa del rilevato, si dovrà obbligatoriamente provvedere ad abbassare il livello d'acqua e a mantenerlo tale per un tempo, sufficiente a non inficiare l'esito del trattamento.

5.6.3.1.18 Approvvigionamento e stoccaggio della calce

La calce dovrà essere consegnata con autobotti dotate di scarico pneumatico e stoccata in appositi sili dotati di filtro per la captazione della polvere all'atto del loro caricamento.

Per la calce sfusa lo stoccaggio dovrà avvenire almeno in 2 sili distinti, ciascuno di capacità corrispondente ad una giornata di lavoro. Il tempo di stoccaggio in cantiere non dovrà superare i 5 giorni.

5.6.3.1.19 Fasi esecutive

La stabilizzazione a calce del terreno prevede le seguenti fasi:

- a) lo scotico;
- b) la preparazione del terreno da trattare;
- c) lo spandimento della calce;
- d) la miscelazione

e) la compattazione e finitura degli strati.

Resta inteso che qualora si utilizzino macchinari in grado di effettuare la preparazione del terreno (frantumazione) e la miscelazione del terreno con la calce contemporaneamente, le fasi b) e d) potranno essere unificate.

5.6.3.1.20 Scotico del terreno

La realizzazione del piano di posa dovrà essere preceduta dall'esecuzione dello scavo, di larghezza pari all'ingombro del rilevato o della sede in trincea, per l'asportazione del primo strato di terreno vegetale e comunque per uno spessore non inferiore a 50 cm.

5.6.3.1.21 Preparazione del terreno

a) terreno in situ

Consiste nella frantumazione e nello sminuzzamento delle zolle da utilizzare, fino alla riduzione di eventuali grumi di terreno limo-argillosi tali che il 100% passi attraverso un setaccio da 40 mm.

Qualora il terreno da trattare sia troppo secco, dovrà essere umidificato aggiungendo un'opportuna quantità di acqua. La quantità d'acqua utilizzata dovrà essere controllata da opportuni dispositivi e, perché raggiunga in modo omogeneo tutto lo strato di terreno da trattare, tale operazione dovrà essere effettuata prima di ultimare la frantumazione del terreno.

Al termine di tale operazione dovrà essere misurato, in più siti e a diverse profondità, il contenuto d'acqua W_n .

Lo strato di terreno da trattare, dopo la compattazione, non dovrà avere uno spessore superiore a 30 cm. Per spessori superiori a 30 cm il trattamento del terreno dovrà essere effettuato su più strati.

b) terreno in cava e/o da scavi

Qualora la terra venisse miscelata in un sito diverso da quello della lavorazione, si dovranno eseguire comunque tutte le operazioni previste nel precedente punto a) e dei successivi paragrafi 5.6.3.1.22 e 5.6.3.1.23. Le terre miscelate dovranno essere trasportate nel luogo dell'impiego dopo la miscelazione, in contenitori coperti per evitare eccessivi essiccamenti o per essere protetti da eventuali piogge. La quantità di terreno da trattare a calce non dovrà essere superiore a quella che potrà essere impiegata nella giornata stessa.

Per i terreni provenienti da pali e diaframmi si rimanda a quanto detto al punto 5.6.3.1.12.

5.6.3.1.22 Spandimento della calce

Il quantitativo di calce da utilizzare non dovrà essere inferiore a quello approvato dalla Direzione Lavori, a valle del campo prova.

La stesa della calce dovrà essere effettuata mediante uno spanditore a dosaggio volumetrico regolato in funzione della velocità di avanzamento e dotato di un dispositivo ponderale che regoli il dosatore volumetrico con una certa rapidità e precisione. E' preferibile l'utilizzo di spanditori a dosaggio volumetrico che producano un diagramma dello spandimento.

Essi dovranno essere dotati di attrezzature per evitare la dispersione della calce. Pertanto tutti i mezzi utilizzati per la stesa dovranno essere dotati di gonne flessibili a bande.

Lo spandimento della calce non dovrà interessare una superficie superiore a quella che potrà essere utilizzata nella stessa giornata lavorativa, ciò per evitare sia l'asportazione della calce dagli agenti atmosferici sia il fenomeno della parziale carbonatazione.

Non si spargerà la calce in giornate di forte vento, capace di sollevarne una parte, in relazione sia alla sicurezza del personale di cantiere sia alla precisione del dosaggio.

L'Appaltatore dovrà eseguire, in caso di spandimento di calce sfusa, all'inizio della giornata lavorativa, la taratura delle macchine spanditrici; questa verrà effettuata facendo transitare la macchina sopra una superficie sulla quale sono posati teli (o contenitori) di dimensioni note e pesando la quantità di calce che viene raccolta da ciascun telo (o contenitore) al fine di tarare l'apertura dei dosatori e la velocità di avanzamento della macchina rispetto al dosaggio prescritto per uno spandimento omogeneo in senso longitudinale e trasversale.

5.6.3.1.23 Miscelazione della calce con il terreno

La miscelazione calce-terreno dovrà essere realizzata con una o più passate di Pulvimixer, fino a quando tutte le zolle siano state ridotte a dimensioni tali per cui la componente limo-argillosa passi interamente al setaccio da 25 mm.

Il miscelatore utilizzato dovrà essere del tipo a rotore e potrà essere semovente o trainato e permettere di lavorare strati di profondità almeno di cm 50.

Le modalità di miscelazione dovranno determinare il numero minimo di passaggi effettuati ad una determinata velocità di avanzamento che permetta di raggiungere una distribuzione uniforme della calce.

La qualità della miscelazione dovrà essere controllata oltre che visivamente, verificando l'omogeneità del colore della miscela e l'assenza di strisce di calce non amalgamata nel terreno, anche mediante la misura dei diametri dei grumi di materiale fino e facendo ricorso ad opportuni indicatori (fenoftaleina).

Nel caso di miscelazione in siti diversi da quello di lavorazione, la quantità di terreno miscelato non dovrà essere superiore alla produzione giornaliera.

Le modalità operative indicate e le macchine impiegate comporteranno la creazione di giunti trasversali e longitudinali. I giunti longitudinali ottenuti dalla lavorazione di strisce contigue devono risultare sovrapposti per almeno 15 cm; inoltre nella stessa giornata lavorativa devono essere completati tratti di tracciato per tutta la loro larghezza prevista dal progetto.

Nei giunti di lavoro trasversali, perpendicolari all'asse del tracciato, la miscela già costipata va ripresa in tutte quelle zone nelle quali il contenuto di calce, lo spessore, o il grado di compattazione risultino inadeguati e/o disomogenei.

Le riprese dovranno essere eseguite all'inizio della successiva giornata lavorativa, nello strato indurito, in modo da presentare superficie verticale, per evitare la possibilità che si manifestino successive fessurazioni. Nel caso di trattamento su più strati i giunti longitudinali e trasversali dovranno essere opportunamente sfalsati.

È necessario garantire l'ammorsamento fra strati successivi; a tal fine, nel caso di miscelazione sul sito di lavorazione, lo strato superiore verrà miscelato con uno spessore tale da garantire un ammorsamento di qualche cm nello strato sottostante. Qualora, invece, la miscelazione sia eseguita in un sito diverso da quello della lavorazione, si provvederà a scarificare la superficie dello strato pre-esistente prima di stendere il terreno già miscelato.

5.6.3.1.24 Compattazione e finitura

Le operazioni di compattazione potranno essere iniziate solo quando il contenuto d'acqua della miscela sia compreso in un intervallo tra $W_{opt} \pm 2\%$.

Le caratteristiche geotecniche della miscela terra-calce orientano la scelta dei rulli e ne condizionano le modalità d'impiego. Gli schemi di rullatura utilizzati nella realizzazione dovranno essere quelli determinati sulla base dei risultati del campo prova.

La finitura superficiale degli strati dovrà avvenire con l'impiego di macchine livellatrici e non con l'apporto di nuovo materiale.

Lo strato di terreno, dopo la compattazione, non dovrà avere uno spessore superiore a 30 cm. Per spessori superiori a 30 cm il trattamento del terreno dovrà essere effettuato su più strati.

Una volta ultimate le operazioni di costipamento e finitura, qualora lo strato trattato non venga ricoperto con un ulteriore strato e la superficie, soprattutto nei periodi estivi, risulti esposta in maniera prolungata al sole, sarà opportuno stendere, a protezione dello strato appena ultimato, un velo protettivo di emulsione bituminosa a lenta rottura del tipo EL55 con un dosaggio minimo di 1.5 kg/mq. Tale strato di protezione dovrà essere rimosso prima di realizzare lo strato successivo. Per la protezione delle superfici finite potranno essere adottate soluzioni alternative, secondo quanto sperimentato nel campo prova. Quest'ultimo dovrà fornire chiare indicazioni anche relativamente alla protezione delle scarpate.

Per assicurare un'adeguata compattazione delle scarpate, dovranno essere messe a punto nel campo prova tutte le necessarie metodologie operative, prevedendo in ogni caso la costruzione fuori sagoma del rilevato di almeno 20 cm e successiva riprofilatura.

Fermo restando quanto sopra riportato per quanto concerne la protezione delle scarpate del rilevato si potrà procedere nei modi suddetti:

1. mantenimento del fuori sagoma suddetto e riprofilatura, con gradoni di ancoraggio, solo prima della stesa del vegetale;
2. rimozione del fuori sagoma subito dopo la compattazione dello strato (o degli strati) di rilevato e immediata protezione o con terreno vegetale ovvero con emulsione bituminosa.

Le soluzioni sopra dette possono essere adottate singolarmente o in combinazione tra di loro in relazione alle caratteristiche del rilevato in esecuzione.

5.6.3.1.25 Controlli in corso d'opera sui materiali

5.6.3.1.25.1 Calce

La calce dovrà provenire da fornitori qualificati e preventivamente approvati dalla Direzione Lavori.

Le caratteristiche della calce, riportate al par. 5.6.3.1.11 precedente, dovranno essere verificate secondo la seguente procedura:

- per ogni trasporto in cantiere sarà prodotto, entro 24 ore dalla consegna, un bollettino di prove ed analisi eseguite dal produttore giornalmente;
- per ogni assegnataria, verifica ogni 1000 ton. della granulometria, della reattività dell'acqua, del contenuto d'acqua, del contenuto in CO₂ combinata, del titolo in idrati totali per la calce idrata.

Nel caso in cui il prodotto non venga utilizzato entro 36 ore dalla consegna in cantiere, fermo restando le condizioni di stoccaggio stabilite in capitolato, dovranno essere eseguite le seguenti prove: granulometria, reattività dell'acqua, contenuto d'acqua, contenuto in CO₂ combinata, titolo in idrati totali per la calce idrata.

5.6.3.1.25.2 Terre e miscele

Sul terreno da trattare dovrà essere prelevato 1 campione ogni 1.000 mc; per ciascun campione prelevato si dovrà verificare che i valori ottenuti siano congruenti con quelli dello studio e che rispettino i limiti di cui al punto 5.6.3.1.10.1.

Sulla miscela dovrà essere effettuata, in laboratorio, una prova CBR ogni 3.000 mq x (IPI).

I risultati delle prove dovranno essere riportati in una relazione tecnica, che attesti l'idoneità del terreno al trattamento; la medesima relazione dovrà contenere un prospetto riepilogativo delle prove condotte.

5.6.3.1.25.3 Umidità del terreno

Per ogni giorno di lavorazione e per ogni tratto omogeneo di terreno da utilizzare l'Appaltatore è tenuto a rilevare il contenuto d'acqua del terreno da trattare al momento della posa, prima della miscelazione con la calce, e al momento della compattazione, entrambi con una frequenza di 1 ogni 1.000 mq di terreno steso. L'Appaltatore è tenuto ad adottare gli eventuali accorgimenti affinché sia verificata la corrispondenza tra la miscela di progetto ed il contenuto d'acqua.

5.6.3.1.25.4 Fasi operative

Il controllo della taratura della spanditrice dovrà essere effettuato per ogni variazione di percentuale di calce da utilizzare e ad ogni inizio di lavorazione. Durante la lavorazione dovranno comunque essere effettuate le verifiche sulla qualità e omogeneità dello spandimento della calce almeno ogni 2.000 mq di terreno trattato secondo le modalità indicate in precedenza.

Nel caso di utilizzo di spanditrici che producano un diagramma dello spandimento, il controllo dovrà essere effettuato solo durante la fase di taratura della macchina.

Dopo la fase di miscelazione dovrà essere verificato che la componente limo-argillosa passi interamente al setaccio da 25 mm. Il controllo dovrà essere effettuato con una frequenza di 1/2.000 mq.

5.6.3.1.25.5 Controlli sul prodotto finale

Ogni 2.000 mq di terreno trattato e comunque per ogni tratto di miscela omogenea posata, dovranno essere eseguite le seguenti prove:

- prova di carico su piastra con misura del modulo di deformazione M_d che dovrà essere non inferiore a:
 - 15 MPa** nell'intervallo di carico 0.05-0.15 MPa per le dune, colline artificiali, ritombamenti, sistemazioni ambientali, etc.;
 - 20 MPa** nell'intervallo 0,05-0,15 Mpa per il piano di posa dei rilevati, e nell'intervallo 0.15-0.25 MPa per gli strati dei rilevati per una fascia di 1 m dal bordo superiore della scarpata;
 - 40 MPa** nell'intervallo 0.15-0.25 MPa per i il corpo dei rilevati e per i piani di posa in trincea;
 - 80 MPa** nell'intervallo 0.25-0.35 MPa per strati di base della sovrastruttura.

Nel corso della sperimentazione del campo prova dovranno essere definiti:

- caratteristiche dell'attrezzatura da utilizzare (tipi di rullo, peso);
- velocità di avanzamento e, nel caso di rulli dinamici, frequenza delle vibrazioni;
- numero delle passate;
- spessore massimo di ciascun strato.

Ogni qualvolta si utilizzi materiale diverso, rispetto a quello utilizzato per la sperimentazione, dovrà essere predisposto un nuovo campo prova.

Oltre a soddisfare i criteri di densità di cui al punto successivo, qualora i valori di K risultassero inferiori a 0,6 ovvero al valore di $0,9 K_{rif}$ ottenuto dal campo prova corrispondente, il valore di densità in situ di cui al punto successivo dovrà risultare maggiore o uguale a $\gamma_{d,med}$. Se questa relazione non sarà soddisfatta si effettueranno ulteriori due prove di densità in situ per ciascuna delle quali dovrà essere rispettato il valore minimo di cui al p.to successivo; la media delle tre prove di densità dovrà risultare superiore o uguale a

$\gamma_{d,med}$. Se anche questa verifica non risulterà soddisfatta si procederà alla determinazione dei parametri di resistenza meccanica (c' , ϕ' , c_u) su campioni indisturbati prelevati in situ da sottoporre a prove sia in condizioni "tal quali" che di saturazione. I valori così determinati dovranno garantire la stabilità dei rilevati a breve e a lungo termine; se ciò non accadesse i lavori non verrebbero accettati.

- misura del grado di costipamento ottenuto che dovrà essere determinato secondo norma CNR - B.U. 69 (AASHTO standard), e che dovrà risultare non inferiore a:
 - 95% per il piano di posa
 - 98% per i rilevati e per i piani di posa in trincea.
 - 90% per le dune, colline artificiali, ritombamenti, sistemazioni ambientali, etc.
- misura dello spessore dello strato.

5.7 CONGLOMERATI BITUMINOSI A CALDO

5.7.1 Conglomerato bituminoso per strato di binder

Descrizione

Lo strato di collegamento è costituito da una miscela di aggregati lapidei di primo impiego, bitume semisolido a bassa viscosità, filler ed eventuali additivi; è consentito l'utilizzo di conglomerato bituminoso riciclato preventivamente qualificato in conformità alla norma UNI EN 13108-8. La percentuale di conglomerato riciclato da impiegare, che può essere di qualsiasi provenienza, va obbligatoriamente dichiarata nello studio preliminare della miscela che l'Impresa è tenuta a presentare alla Direzione Lavori prima dell'inizio dei lavori.

La miscela è prodotta a caldo, previo riscaldamento degli aggregati e del legante.

Le miscele impiegate dovranno essere qualificate in conformità alla direttiva CPR 305/2011 /CEE sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13108-1.

Nel caso di impiego del conglomerato bituminoso riciclato potranno essere utilizzati speciali Attivanti Chimici Funzionali (ACF) per rigenerare le caratteristiche di viscosità ed adesività possedute dal bitume invecchiato e soddisfare le prescrizioni finali richieste per la miscela.

Gli Attivanti Chimici Funzionali devono avere le caratteristiche chimico-fisiche descritte nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE DEGLI ATTIVANTI DI RIGENERAZIONE (ACF)			
REQUISITO	METODO DI PROVA	UM	VALORE LIMITE
Densità a 25 °C	ASTM D-1298	-	da 0,900 a 0,950
Punto di infiammabilità	ASTM D-92	°C	200
Viscosità dinamica a 160 °C, $\gamma=10s^{-1}$	SNV 671908/74	Pa*s	da 0,03 a 0,05

Solubilità in tricloroetilene (in peso)	ASTM D-2042	%	99,5
Numero di neutralizzazione	IP 213	mg/KOH/g	da 1,5 a 2,5
Contenuto di acqua (in volume)	ASTM D-95	%	1
Contenuto di azoto (in peso)	ASTM D-3228	%	da 0,8 a 1,0

La percentuale di impiego deve essere stabilita e validata con prove sulla miscela di conglomerato bituminoso.

Le caratteristiche e la quantità di utilizzo degli attivanti di rigenerazione dovranno essere riportate nello studio preliminare della miscela (mix design).

Il dosaggio sarà indicativamente dello 0,2% - 0,8% in peso rispetto al totale legante.

Caratteristiche dei materiali da impiegare

a) Aggregati

Costituiscono la struttura portante del conglomerato bituminoso e comprendono gli aggregati grossi, gli aggregati fini e l'aggregato filler.

I requisiti di accettazione degli aggregati lapidei impiegati, qualora non specificato diversamente, dovranno essere conformi alle seguenti prescrizioni:

UNI EN 932-3 "Procedura e terminologia per la descrizione petrografica semplificata";

- direttiva Prodotti da Costruzione CPR 305/2011 CEE;
- ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13043 "Aggregati per miscele bituminose e trattamenti superficiali per strade, aeroporti ed altre aree soggette a traffico";
- norma UNI EN 932-1 "Metodi di campionamento degli aggregati", per il prelievo dei campioni da sottoporre ad analisi.

L'aggregato grosso appartiene alla classe granulometrica compresa tra $d > 2$ mm e $D \leq 45$ mm; non dovrà provenire da rocce scistose o degradate e dovrà essere costituito da ghiaie frantumate, pietrischetti e graniglie naturali o artificiali privi di elementi in fase di alterazione. I materiali dovranno soddisfare i requisiti riportati nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE DELL'AGGREGATO GROSSO					
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13043)
Dimensione massima	UNI EN 933-1	Dmax	mm	20	-
Requisito di granulometria	UNI EN 933-1	GC	%		GC90-10
Resistenza alla frammentazione	UNI EN 1097-2	LA	%	≤ 25	LA 25

Resistenza al gelo/disgelo	UNI EN 1367-1	F	%	< 1	F 1
Percentuale di superfici frantumate	UNI EN 933-5	Cc	%	≥ 50	C 50/30
Affinità ai leganti bituminosi	UNI EN 12697-11	-	%	> 95	-
Coefficiente di appiattimento	UNI EN 933-3	FI	%	< 15	FI 15
Qualità dei fini	UNI EN 933-9	MBF	g/kg	≤ 10	MBF10
Resistenza alla levigazione dell'aggregato grosso	UNI EN 1097-1	MDE	-	≤ 20	MDE20

L'aggregato fine appartiene alla classe granulometrica compresa tra $d > 0,063$ mm e $D < 2$ mm con denominazione GF 85; dovrà essere costituito da sabbie di frantumazione e privo di elementi in fase di alterazione, polvere o materiali estranei. È ammesso l'impiego di aggregati fini in frazione unica con dimensione massima $D = 4$ mm con denominazione GA 90. Qualunque sia la loro provenienza o natura petrografica, i materiali dovranno soddisfare oltre ai requisiti dell'Allegato ZA della UNI EN 13043, i requisiti riportati nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE DELL'AGGREGATO FINE					
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13043)
Passante al setaccio 0,063	UNI EN 933-1	f	%	< 16	f 16
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	SE	%	> 70	-

L'aggregato filler appartiene alla classe costituita in prevalenza da particelle passanti al setaccio 0,063 mm e dovrà provenire preferibilmente dalla frantumazione di rocce calcaree. Possono essere utilizzati anche cemento, calce idrata, calce idraulica, polvere di roccia asphaltica e ceneri volanti. Qualunque sia la provenienza o la natura petrografica, i materiali dovranno soddisfare oltre ai requisiti dell'Allegato ZA della UNI EN 13043, i requisiti riportati nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE DELL'AGGREGATO FILLER					
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13043)
Passante al setaccio 2 mm	UNI EN 933-10	-	%	100	-
Passante al setaccio 0,125 mm	UNI EN 933-10	-	%	da 85 a 100	-
Passante al setaccio 0,063 mm	UNI EN 933-10	-	%	da 70 a 100	-
Indice di plasticità	UNI CEN ISO/TS 1789-12	-	-	N.P.	-
Porosità del filler compattato secco (Ridgen)	UNI EN 1097-4	V	%	da 28 a 45	V _{28/45}

Palla anello (filler/bitume= 1,5)	UNI EN 13179-1	$\Delta_{R\&B}$	%	> 8	$\Delta_{R\&B/16}$
-----------------------------------	----------------	-----------------	---	-----	--------------------

Il possesso dei requisiti degli aggregati sarà verificato dalla Direzione Lavori in base ai valori riportati sugli attestati di conformità CE degli aggregati, relativi all'anno in corso. Gli attestati dovranno essere consegnati alla Direzione Lavori almeno 15 giorni prima dell'inizio dei lavori.

b) Legante

Esso dovrà avere i requisiti prescritti dalle Norme UNI EN 12591:2002 "Bitume e leganti bituminosi - Specifiche per i bitumi per applicazioni stradali", per i bitumi semisolidi B 50-70 o 70-100.

Le proprietà dei bitumi ed i relativi metodi di prova sono indicati nella tabella seguente:

DETERMINAZIONE	Unità di misura	Normativa	Tipo	
			50-70	70-100
Penetrazione a 25°C	dmm	UNI EN 1426	50-70	70-100
Punto di rammollimento (palla- anello)	°C	UNI EN 1427	46-54	43-51
Punto di rottura Fraass, massimo	°C	UNI EN 12593	$\leq - 8$	$\leq - 10$
Solubilità	%	UNI EN 12592	≥ 99	≥ 99
Penetrazione residua dopo R.T.F.O.T. (UNI EN 12607-1)	%	UNI EN 1426	≥ 50	≥ 46
Punto di rammollimento dopo R.T.F.O.T. (UNI EN 12607-1)	°C	UNI EN 1427	≥ 48	≥ 45
Incremento del punto di Rammollimento dopo R.T.F.O.T. (UNI EN 12607-1)	°C	UNI EN 1427	≤ 11	≤ 11

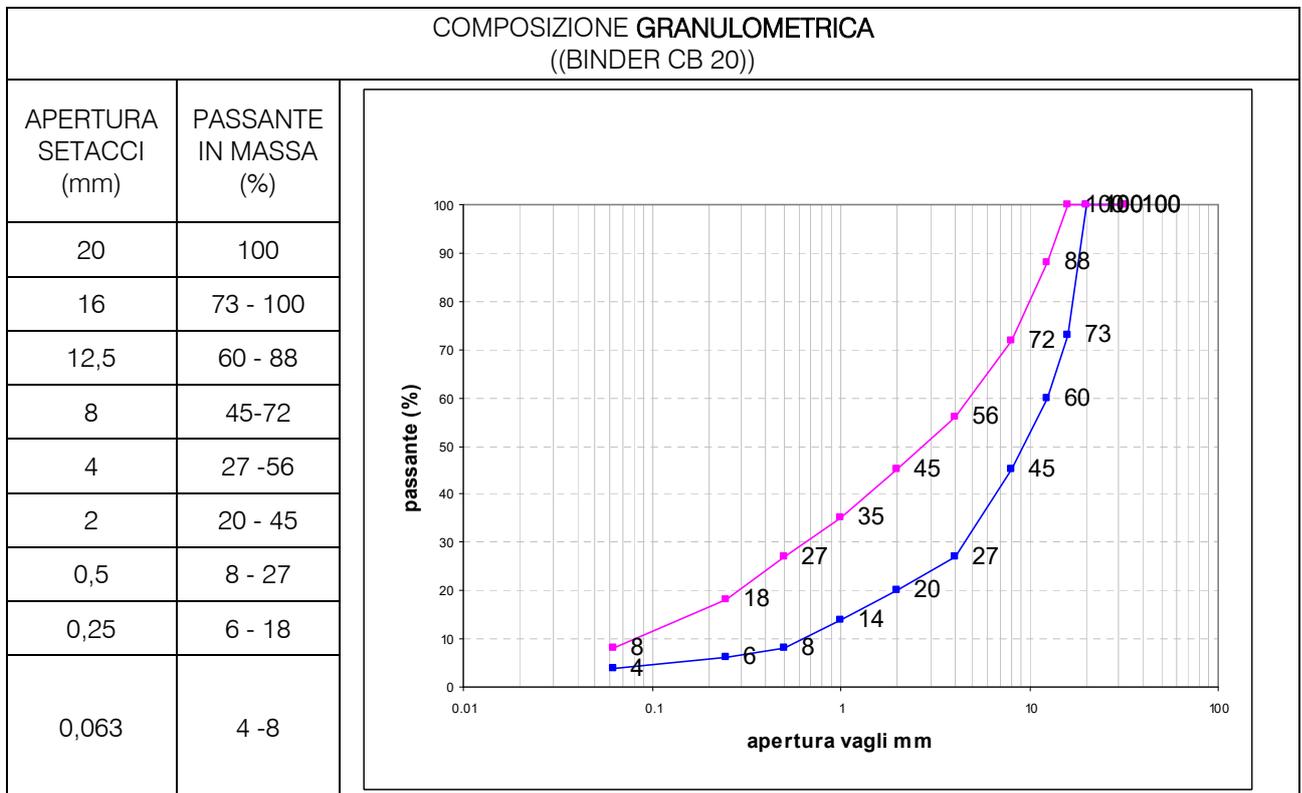
Ai fini dell'accettazione, almeno 15 giorni prima dell'inizio della posa in opera, l'Impresa è tenuta a predisporre la qualificazione del legante tramite certificazione attestante i requisiti prescritti. Tale certificazione deve essere rilasciata dal produttore o da un Laboratorio che opera per conto terzi.

c) Miscela

La miscela ottimale degli aggregati lapidei impiegati per il confezionamento del conglomerato bituminoso per lo strato di collegamento dovrà avere una composizione granulometrica, determinata in conformità alle norme UNI EN 933-1 e UNI EN 12697-2 utilizzando i setacci appartenenti al gruppo base più gruppo 2, compresa nei limiti del fuso riportato nella seguente tabella:



20	100
16	85 - 100
12,5	70 - 90
8	52 - 75
4	36 - 58
2	25 - 42
0,5	10 - 23
0,25	5 - 15
0,063	4 - 7



La miscela ottimale dovrà avere un contenuto minimo di legante secondo quanto riportato nella seguente tabella:

CONTENUTO MINIMO DI LEGANTE					
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13108)
Contenuto di legante (riferito alla miscela)	UNI EN 12697-1 e 39	B _{min}	%	≥ 4,4	B _{min4,4}

Il legante contenuto nella miscela include il legante del conglomerato riciclato ed il bitume aggiunto e dovrà essere espresso in percentuale in massa rispetto alla miscela totale.

Il Produttore dovrà determinare la quantità ottimale di legante da impiegare in fase di qualifica della miscela da effettuare secondo il metodo Marshall o, in alternativa, secondo il metodo Volumetrico mediante pressa giratoria.

In base al metodo prescelto, le caratteristiche richieste per il conglomerato bituminoso da impiegare nello strato di binder dovranno essere conformi ai requisiti riportati nelle seguenti tabelle:

CARATTERISTICHE DELLA MISCELA PER LO STRATO DI COLLEGAMENTO (BINDER) (Metodo Marshall)					
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13108-1)
Minima stabilità	UNI EN 12697-34	S_{min}	kN	>12	-
Quoziente (minimo)	UNI EN 12697-34	Q_{min}	kN/mm	>2,5	$Q_{min2,5}$
Quoziente (massimo)	UNI EN 12697-34	-	kN/mm	<4,0	-
Contenuto massimo di vuoti residui	UNI EN 12697-8 UNI EN 12697-6B UNI EN 12697-5A	V_{max}	%	<7	V_{max7}
Contenuto minimo di vuoti residui	UNI EN 12697-8 UNI EN 12697-6B UNI EN 12697-5A	V_{min}	%	>3	V_{min3}
Sensibilità all'acqua	UNI EN 12697-12	<i>ITSR</i>	%	>75	<i>ITSR</i> ₈₀
Resistenza alla trazione indiretta a 25 °C	UNI EN 12697-23	<i>ITS</i>	N/mm ²	>0,7	-
<ul style="list-style-type: none"> • i provini per le misure di stabilità, quoziente e percentuale dei vuoti residui riportate dovranno essere confezionati presso l'impianto di produzione e/o all'atto della stesa e la temperatura di compattazione dovrà essere pari a 150°C ± 5°C; • la determinazione della stabilità viene eseguita a 60°C su 4 provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia; • il contenuto dei vuoti dovrà essere determinato in conformità alla norma UNI EN 13108-20. 					

CARATTERISTICHE DELLA MISCELA PER LO STRATO DI COLLEGAMENTO (BINDER) (Metodo volumetrico)					
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13108-1)
Vuoti a 10 rotazioni	UNI EN 12697-5, 6, 8	$V_{10G_{min}}$	%	>10	$V_{10G_{min9}}$
		$V_{10G_{max}}$	%	<14	-
Vuoti a Ndesign definito		V_{min}	%	>3	$V_{min3,0}$

dall'Impresa nello studio di qualifica della miscela		V_{max}	%	<6	V_{max6}
Vuoti a 180 rotazioni		V_{min}	%	>2	$V_{min2,0}$
Modulo di rigidezza	UNI EN 12697-26	S_{min}	MPa	> 3 000	$S_{min2\ 800}$
Resistenza alla trazione indiretta a 25 °C	UNI EN 12697-23	ITS	N/mm ²	>0,7	-
Sensibilità all'acqua	UNI EN 12697-12	ITSR	%	>75	ITSR ₈₀

CONDIZIONI DI PROVA (parametri della pressa giratoria):

- angolo di rotazione: 1,25° + 0,02°;
- velocità di rotazione: 30 rotazioni/minuto;
- pressione verticale: kPa 600;
- diametro del provino: mm 150;
- i requisiti di resistenza e di rigidezza saranno valutati su provini compattati a N_{design} .

Nota: L'impresa è tenuta nello studio di formulazione della miscela a dichiarare il numero di rotazioni di progetto N_{design} tale da produrre la % di vuoti richiesta nelle presenti CSA.

Nello studio di formulazione, il valore della densità risultante dalla misurazione geometrica della pressa giratoria deve essere corretto mediante un coefficiente $C = Pvol\ (geometrico) / Pvol\ (misurato)$

I controlli, in opera, del materiale sciolto con pressa giratoria, verranno effettuati sulla base del numero di giri di progetto N_{design}

Su richiesta della Direzione Lavori, il Produttore dovrà determinare le caratteristiche prestazionali della miscela secondo i requisiti riportati nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE DELLA MISCELA PER LO STRATO DI COLLEGAMENTO (BINDER) (Requisiti prestazionali)					
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13108-1)
Resistenza alla deformazione permanente	UNI EN 12697-25	f_{cmax}	µm/m/n	<0,8	$f_{cmax0,8}$
<ul style="list-style-type: none"> • Le densità di riferimento delle miscele analizzate dovranno corrispondere a quelle della compattazione Marshall a 75 colpi per faccia o della compattazione volumetrica, con pressa giratoria a N_{design}. 					

Studio della miscela in laboratorio

L'Appaltatore dovrà presentare alla Direzione Lavori, almeno 15 giorni prima dell'inizio della posa in opera e per ciascun impianto di produzione, la composizione delle miscele che intende adottare; ciascuna composizione proposta deve essere corredata da una completa documentazione in base ai valori riportati sugli attestati di conformità CE delle miscele.

Non saranno ammesse variazioni sulla composizione ottimale della miscela validata ed accettata dalla Direzione Lavori, eccedenti le tolleranze massime riportate nella tabella seguente:

TOLLERANZE AMMESSE RIFERITE ALLA COMPOSIZIONE OTTIMALE VALIDATA MISCELA PER LO STRATO DI COLLEGAMENTO (BINDER)	
MATERIALE COSTITUENTE	TOLLERANZE AMMESSE

Aggregato grosso (trattenuto al setaccio 2mm)	± 5%
Aggregato fine (passante al setaccio 2mm e trattenuto al setaccio 0,063mm)	± 3%
Aggregato filler (passante al setaccio 0,063mm)	± 2%
Legante (riferito alla miscela)	± 0,3%

Il legante contenuto nella miscela include il legante del conglomerato riciclato ed il bitume aggiunto e dovrà essere espresso in percentuale in massa rispetto alla miscela totale.

La Direzione Lavori si riserva, in ogni caso, di approvare i risultati prodotti dall'Impresa o di fare studiare diverse formulazioni dell'impasto.

L'approvazione non ridurrà comunque la responsabilità dell'Appaltatore relativa al raggiungimento dei requisiti finali dei conglomerati in opera.

Confezione della miscela

Il conglomerato sarà confezionato mediante impianti fissi automatizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti ed efficienti in ogni loro parte. Gli impianti dovranno comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare miscele del tutto rispondenti a quelle di progetto.

Possono essere impiegati anche impianti continui (tipo drum-mixer) purchè il dosaggio dei componenti la miscela sia eseguito a peso mediante idonee apparecchiature la cui efficienza deve essere costantemente controllata. L'impianto deve comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare le miscele rispondenti a quelle indicate nello studio presentato ai fini dell'accettazione.

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 possono compromettere la pulizia degli aggregati. Inoltre, i cumuli delle diverse classi di inerte dovranno essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento nei predosatori dovrà eseguirsi con la massima cura. Si farà uso di almeno 4 classi di aggregati con predosatori in numero corrispondente alle classi impiegate.

La produzione di ciascun impianto non dovrà essere spinta oltre la sua potenzialità per garantire il perfetto essiccamento dell'aggregato; una perfetta vagliatura dovrà assicurare una idonea riclassificazione delle singole classi di inerte; dovrà essere garantito l'uniforme riscaldamento della miscela.

Resta pertanto escluso l'uso di impianto a scarico diretto.

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 25-30 secondi.

L'umidità degli aggregati all'uscita dell'essiccatore non dovrà di norma superare lo 0,5%.

La temperatura degli aggregati all'atto della mescolazione dovrà essere compresa tra 160 e 180 °C, quella del legante tra 150 e 180° C, salvo diverse disposizioni della Direzione Lavori in rapporto al tipo di bitume impiegato.

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

Preparazione delle superfici di stesa

Prima della realizzazione dello strato è necessario preparare la superficie di stesa allo scopo di garantire una adeguata adesione all'interfaccia mediante l'applicazione di emulsioni bituminose cationiche a rottura rapida con il 60% di bitume residuo (designazione secondo UNI EN 13808:2005: C 60 B 4).

Il dosaggio del materiale da impiegare varia a seconda che l'applicazione riguardi la costruzione di una nuova sovrastruttura oppure un intervento di manutenzione. Nel caso di nuove costruzioni il dosaggio dell'emulsione deve essere tale che il bitume residuo risulti pari a 0,30 Kg/mq; qualora il nuovo strato venga realizzato sopra una pavimentazione esistente o precedentemente fresata il dosaggio dell'emulsione deve essere tale che il bitume residuo risulti pari a 0,50 Kg/mq.

Le caratteristiche del materiale da impiegare sono riportate nella tabella seguente:

PARAMETRO	METODO DI PROVA	VALORI	CLASSE (UNI EN 13808)
Polarità	UNI EN 1430	positiva	2
Contenuto di acqua	UNI EN 1428	40 (+/- 1%)	-
Contenuto di bitume	UNI EN 1428	60 (+/- 1%)	5
Indice di rottura	UNI EN 12850	70 - 130	4

Prima della stesa della mano d'attacco l'Impresa dovrà rimuovere tutte le impurità presenti e provvedere alla sigillatura di eventuali zone porose e/o fessurate mediante l'impiego di una malta bituminosa sigillante.

Posa in opera della miscela

La miscela bituminosa verrà stesa sul piano finito dopo che sia stata accertata dalla Direzione Lavori la rispondenza di quest'ultima ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza prescritti dalla Direzione Lavori.

Il piano di posa dovrà risultare perfettamente asciutto, pulito, scevro di polveri e privo di residui di qualsiasi natura.

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

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

Le vibrofinitrici dovranno comunque lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti a segregazione 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.

Qualora ciò non sia possibile, il bordo della striscia già realizzata dovrà essere spalmato con emulsione bituminosa cationica per assicurare la saldatura della striscia successiva. Se il bordo risulterà danneggiato o arrotondato si dovrà procedere al taglio verticale con idonea attrezzatura.

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

La sovrapposizione dei giunti longitudinali deve essere programmata e realizzata in maniera che essi risultino sfalsati di almeno 20 cm rispetto a quelli dello strato sottostante e non cadano mai in corrispondenza delle due fasce della corsia di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti.

La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa, controllata immediatamente dietro la finitrice, dovrà risultare in ogni momento non inferiore a 150°C. La temperatura ambiente esterna non dovrà mai essere inferiore ai 5 °C.

Nel caso in cui il tempo percorso tra impianto di produzione e stesa sia maggiore a 90 minuti sarà necessario verificare che la temperatura all'impianto e alla stesa rimanga entro i valori di seguito indicati:

LIMITI DELLA TEMPERATURA				
REQUISITO	METODO DI PROVA	UM	VALORE MINIMO (alla stesa)	VALORE MASSIMO (alla produzione)
Temperatura della miscela	UNI EN 12697-13	°C	≥ 150	≤ 180

La stesa dei conglomerati dovrà essere sospesa quando le condizioni meteorologiche generali potranno 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 dei rulli gommati o vibranti gommati con l'ausilio di rulli a ruote metalliche, tutti in numero adeguato ed aventi idoneo peso e caratteristiche tecnologiche avanzate, in modo da assicurare il raggiungimento delle massime densità ottenibili.

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

La superficie degli strati, a seguito di costipamento, dovrà presentarsi priva di irregolarità, ondulazioni e segregazione degli elementi di maggiori dimensioni.

Controllo dei requisiti ed accettazione delle lavorazioni

Il controllo della qualità del conglomerato bituminoso e della sua posa in opera deve essere effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali costituenti, sulla miscela, sulle carote estratte dalla pavimentazione e con prove in situ. I prelievi di conglomerato bituminoso dalla sede stradale dovranno essere eseguiti in zone significative della pavimentazione, evitando campionature ai margini della strada o in prossimità dei giunti. Le prove devono essere eseguite da un Laboratorio indicato dalla Direzione Lavori, riconosciuto dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti.

Ogni prelievo deve essere costituito da due campioni; un campione viene utilizzato per i controlli presso un Laboratorio riconosciuto dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, l'altro resta a disposizione per eventuali accertamenti e/o verifiche tecniche successive.

Sui materiali costituenti devono essere verificate le caratteristiche di accettabilità secondo la norma UNI EN 13043.

Sulla miscela vengono determinate: la percentuale di bitume, la granulometria degli aggregati, la quantità di attivante d'adesione (se presente) e vengono inoltre controllate le caratteristiche di idoneità mediante metodo volumetrico o metodo Marshall.

Dopo la stesa la Direzione Lavori preleverà delle carote per il controllo delle caratteristiche del conglomerato e la verifica degli spessori.

Lo strato della pavimentazione dovrà essere realizzato nel rispetto degli spessori e delle sagome di progetto e la superficie dello strato finito deve presentarsi, dopo la compattazione, priva di irregolarità ed ondulazioni.

Le caratteristiche che lo strato dovrà avere sono relative al requisito di addensamento della miscela, alle dimensioni (spessore) dello strato ed alle proprietà di aderenza della superficie.

Lo **spessore** dello strato verrà determinato (UNI EN 12697-29), per ogni tratto omogeneo di stesa, facendo la media delle misure (quattro per ogni sezione) rilevate dalle carote estratte dalla pavimentazione, scartando i valori con spessore in eccesso, rispetto a quello di progetto, di oltre il 5%.

Per spessori medi inferiori a quelli di progetto verrà applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione del 2,5% del prezzo di elenco per ogni mm di materiale mancante.

Carenze superiori al 20% dello spessore di progetto comporteranno la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a spese dell'Impresa.

Le **caratteristiche di addensamento** della miscela in opera saranno determinate preferibilmente secondo il metodo del grado di compattazione o, in alternativa a scelta della Direzione lavori, secondo il metodo dei vuoti residui, in conformità con i requisiti riportati nelle seguenti tabelle:

ADDENSAMENTO DELLO STRATO DI COLLEGAMENTO (BINDER) (Grado di compattazione per confronto delle densità)			
REQUISITO	METODO DI PROVA	UM	VALORE LIMITE
Grado di addensamento (per ogni campione)	UNI EN 12697-6	%	≥ 95

Il grado di compattazione è il rapporto tra la densità della miscela compattata in opera e la densità della miscela compattata in laboratorio (Marshall o pressa giratoria a N_{design}) riferita allo stesso lotto/giorno di produzione (massimo addensamento teorico).

ADDENSAMENTO DELLO STRATO DI COLLEGAMENTO (BINDER) (Vuoti residui del campione prelevato in opera)				
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE
Vuoti residui (massimo per ogni campione)	UNI EN 12697-8	V_{max}	%	< 7
Campione prelevato mediante carotaggio in conformità alla norma UNI EN 13108-27				

Per valori dei vuoti, determinati sulle carote, superiori a quelli previsti (ottenuti dalla miscela di progetto proposta dall'Impresa) verrà applicata una detrazione del 2,5% del prezzo di elenco per ogni 0,5% di vuoti in più, fino al valore massimo accettabile (per i vuoti in opera) del 12%.

Valori dei vuoti superiori al 12% comporteranno la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a spese dell'Impresa.

Le caratteristiche superficiali dello strato saranno determinate in conformità con i requisiti riportati nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE SUPERFICIALI DELLO STRATO DI COLLEGAMENTO (BINDER)			
REQUISITO	METODO DI PROVA	UM	VALORE LIMITE
Regolarità della superficie (regolo da mm 3000)	UNI EN 13036-7	mm	< 4
Resistenza di attrito radente (PTV)*	UNI EN 13036-4	-	≥ 55
Macrorugosità superficiale (HS)*	UNI EN 13036-1	mm	≥ 0,5
Coefficiente di aderenza trasversale (CAT)*	CNR BU 147/92	-	≥ 0,55
*Requisito da determinare in caso di diretto contatto con il traffico veicolare in un periodo di tempo compreso tra il sesto e il dodicesimo giorno di ultimazione della stesa.			

Qualora i valori di aderenza superficiale CAT e/o HS fossero inferiori alle soglie stabilite, fissati in 0,55 per CAT e 0,5 per HS, fino al raggiungimento di valori di CAT di 0,45 e di HS di 0,3 è prevista una penalizzazione del 15% sul prezzo dello strato bituminoso interessato. Al di sotto di tali valori l'Impresa dovrà provvedere alla demolizione e ricostruzione dello strato superficiale interessato a proprie spese.

Le detrazioni determinate per i diversi parametri di controllo saranno cumulate.

La Direzione Lavori procederà con l'esecuzione dei controlli periodici, a carico della Stazione Appaltante, secondo le modalità descritte nei piani dei controlli minimi di seguito specificati. La Direzione Lavori ha la facoltà di effettuare ulteriori accertamenti sui requisiti dei materiali e delle lavorazioni.

CONTROLLI PERIODICI MATERIALI COSTITUENTI		
MATERIALE	UBICAZIONE PRELIEVO	FREQUENZA

Aggregato lapideo	Impianto di produzione	A richiesta della Direzione Lavori
Legante bituminoso	Cisterna di stoccaggio	Settimanale

CONTROLLI PERIODICI MISCELA		
STRATO	UBICAZIONE PRELIEVO	FREQUENZA
Base, Binder, Usura	Impianto di produzione	Settimanale
Base, Binder, Usura	Pavimentazione	Giornaliera o: ogni 6.000 q (binder, base) ogni 10.000 q (usura)
Legante bituminoso	Cisterna di stoccaggio	Settimanale

CONTROLLI PERIODICI SPESSORE		
STRATO	UBICAZIONE PRELIEVO	FREQUENZA
Base, Binder, Usura	Pavimentazione	Ogni 200 m di fascia stesa

CONTROLLI PERIODICI CARATTERISTICHE SUPERFICIALI		
STRATO	UBICAZIONE PRELIEVO	FREQUENZA
Usura	Pavimentazione	A campione

5.7.2 Conglomerato bituminoso per strati di usura

Descrizione

Lo strato di usura è costituito da una miscela di aggregati lapidei di primo impiego, bitume semisolido a bassa viscosità, filler ed eventuali additivi. La miscela è prodotta a caldo, previo riscaldamento degli aggregati e del legante.

Il conglomerato per lo strato di usura può essere utilizzato anche per l'esecuzione di risagomature del piano stradale per strati con spessore inferiori a 5 cm.

Le miscele impiegate dovranno essere qualificate in conformità alla direttiva CPR 305/2011 /CEE sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13108-1.

Caratteristiche dei materiali da impiegare

a) Aggregati

Costituiscono la struttura portante del conglomerato bituminoso e comprendono gli aggregati grossi, gli aggregati fini e l'aggregato filler.

I requisiti di accettazione degli aggregati lapidei impiegati, qualora non specificato diversamente, dovranno essere conformi alle seguenti prescrizioni:

- UNI EN 932-3 "Procedura e terminologia per la descrizione petrografica semplificata";
- direttiva Prodotti da Costruzione CPR 305/2011 CEE;
- ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13043 "Aggregati per miscele bituminose e trattamenti superficiali per strade, aeroporti ed altre aree soggette a traffico";
- norma UNI EN 932-1 "Metodi di campionamento degli aggregati", per il prelievo dei campioni da sottoporre ad analisi.

L'aggregato grosso appartiene alla classe granulometrica compresa tra $d > 2$ mm e $D \leq 45$ mm; non dovrà provenire da rocce scistose o degradate e dovrà essere costituito da ghiaie frantumate, pietrischetti e graniglie naturali o artificiali privi di elementi in fase di alterazione. I materiali dovranno soddisfare i requisiti riportati nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE DELL'AGGREGATO GROSSO					
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13043)
Dimensione massima	UNI EN 933-1	D_{max}	mm	14 (CB 14) 12 (CB 12)	-
Requisito di granulometria	UNI EN 933-1	G_c	%		G_{c90-10}
Resistenza alla frammentazione	UNI EN 1097-2	LA	%	≤ 20	LA_{20}
Resistenza al gelo/disgelo	UNI EN 1367-1	F	%	< 1	F_1
Percentuale di superfici frantumate	UNI EN 933-5	C_c	%	≥ 70	$C_{70/10}$
Affinità ai leganti bituminosi	UNI EN 12697-11	-	%	> 95	-
Coefficiente di appiattimento	UNI EN 933-3	FI	%	< 15	FI_{15}
Qualità dei fini	UNI EN 933-9	MB_F	g/kg	≤ 10	MB_{F10}
Resistenza alla levigazione dell'aggregato grosso	UNI EN 1097-1	M_{DE}	-	≤ 20	M_{DE20}

L'aggregato fine appartiene alla classe granulometrica compresa tra $d > 0,063$ mm e $D < 2$ mm con denominazione GF 85; dovrà essere costituito da sabbie di frantumazione e privo di elementi in fase di alterazione, polvere o materiali estranei. È ammesso l'impiego di aggregati fini in frazione unica con dimensione massima $D = 4$ mm con denominazione GA 90.

Qualunque sia la loro provenienza o natura petrografica, i materiali dovranno soddisfare oltre ai requisiti dell'Allegato ZA della UNI EN 13043, i requisiti riportati nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE DELL'AGGREGATO FINE					
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13043)

Passante al setaccio 0,063	UNI EN 933-1	f	%	< 18	f ₁₈
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	SE	%	> 75	-

L'aggregato filler appartiene alla classe costituita in prevalenza da particelle passanti al setaccio 0,063 mm e dovrà provenire preferibilmente dalla frantumazione di rocce calcaree. Possono essere utilizzati anche cemento, calce idrata, calce idraulica, polvere di roccia asfaltica e ceneri volanti.

Qualunque sia la provenienza o la natura petrografica, i materiali dovranno soddisfare i requisiti riportati nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE DELL'AGGREGATO FILLER					
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA(UNI EN 13043)
Passante al setaccio 2 mm	UNI EN 933-10	-	%	100	-
Passante al setaccio 0,125 mm	UNI EN 933-10	-	%	da 85 a 100	-
Passante al setaccio 0,063 mm	UNI EN 933-10	-	%	da 70 a 100	-
Indice di plasticità	UNI CEN ISO/TS 1789-12	-	-	N.P.	-
Porosità del filler compattato secco (Ridgen)	UNI EN 1097-4	V	%	da 28 a 45	V _{28/45}
Palla anello (filler/bitume=1,5)	UNI EN 13179-1	Δ _{R&B}	%	> 8	Δ _{R&B8/16}

Il possesso dei requisiti degli aggregati sarà verificato dalla Direzione Lavori in base ai valori riportati sugli attestati di conformità CE degli aggregati, relativi all'anno in corso. Gli attestati dovranno essere consegnati alla Direzione Lavori almeno 15 giorni prima dell'inizio dei lavori.

b) Legante

Esso dovrà avere i requisiti prescritti dalle Norme UNI EN 12591:2002 "Bitume e leganti bituminosi - Specifiche per i bitumi per applicazioni stradali", per i bitumi semisolidi B 50-70 o 70-100.

Le proprietà dei bitumi ed i relativi metodi di prova sono indicati nella tabella seguente:

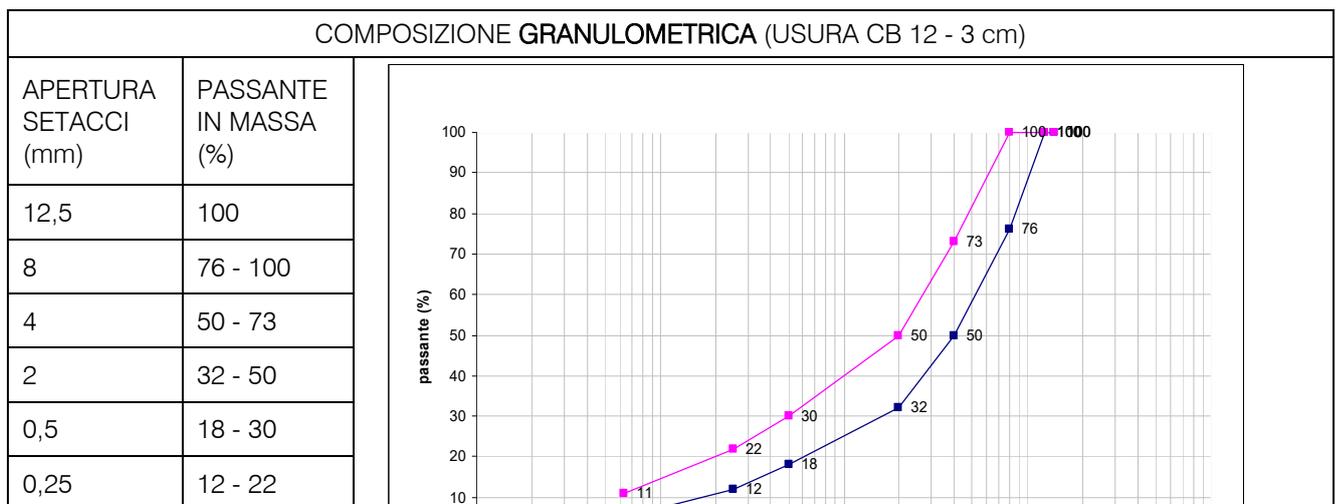
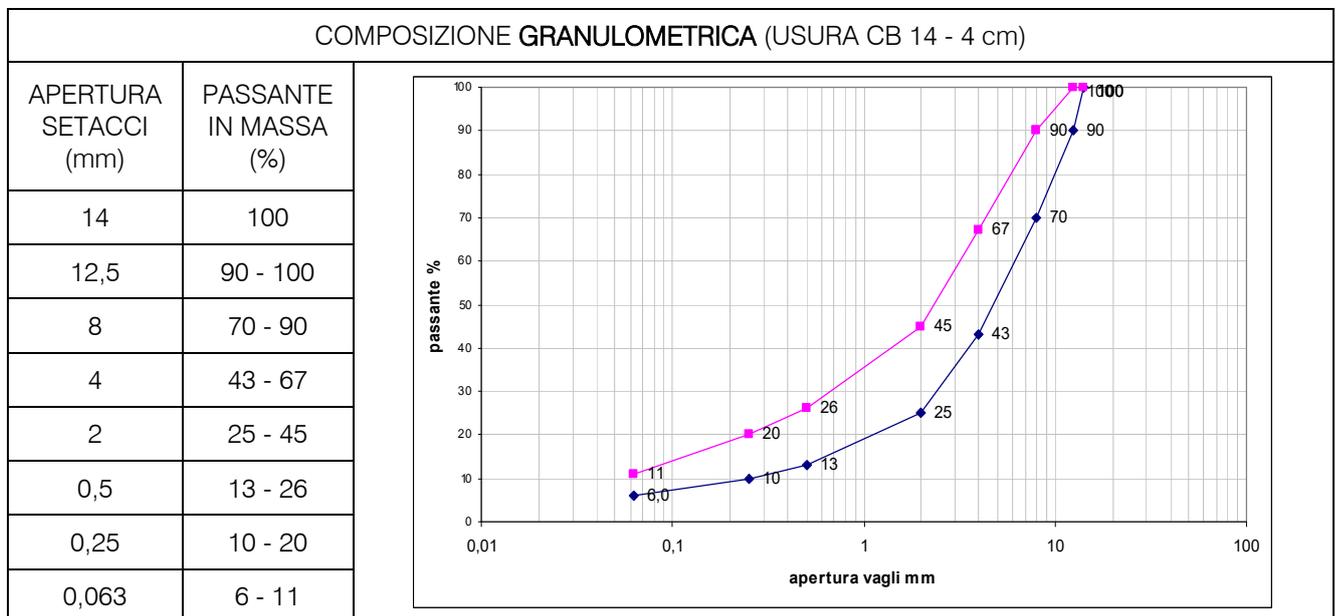
DETERMINAZIONE	Unità di misura	Normativa	Tipo	
			50-70	70-100
Penetrazione a 25°C	dmm	UNI EN 1426	50-70	70-100
Punto di rammollimento (palla - anello)	°C	UNI EN 1427	46-54	43-51
Punto di rottura Fraass, massimo	°C	UNI EN 12593	≤ - 8	≤ -10
Solubilità	%	UNI EN 12592	≥ 99	≥ 99
Penetrazione residua dopo R.T.F.O.T. (UNI EN 12607-1)	%	UNI EN 1426	≥ 50	≥ 46
Punto di rammollimento dopo R.T.F.O.T. (UNI EN 12607-1)	°C	UNI EN 1427	≥ 48	≥ 45

Incremento del punto di Rammollimento dopo R.T.F.O.T. (UNI EN 12607-1)	°C	UNI EN 1427	≤ 11	≤ 11
---	----	-------------	------	------

Ai fini dell'accettazione, almeno 15 giorni prima dell'inizio della posa in opera, l'Impresa è tenuta a predisporre la qualificazione del legante tramite certificazione attestante i requisiti prescritti. Tale certificazione deve essere rilasciata dal produttore o da un Laboratorio che opera per conto terzi.

c) Miscela

La miscela ottimale degli aggregati lapidei impiegati per il confezionamento del conglomerato bituminoso per lo strato di collegamento dovrà avere una composizione granulometrica, determinata in conformità alle norme UNI EN 933-1 e UNI EN 12697-2 utilizzando i setacci appartenenti al gruppo base più gruppo 2, compresa nei limiti del fuso riportato nella seguente tabella:



0,063	5 - 11	
-------	--------	--

La miscela ottimale dovrà avere un contenuto minimo di legante secondo quanto riportato nella seguente tabella:

CONTENUTO MINIMO DI LEGANTE					
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13108)
Contenuto di legante (riferito alla miscela)	UNI EN 12697-1 e 39	B _{min}	%	≥ 5,4	B _{min5,4}

Il Produttore dovrà determinare la quantità ottimale di legante da impiegare in fase di qualifica della miscela da effettuare secondo il metodo Marshall o, in alternativa, secondo il metodo Volumetrico mediante pressa giratoria.

In base al metodo prescelto, le caratteristiche richieste per il conglomerato bituminoso da impiegare nello strato di usura dovranno essere conformi ai requisiti riportati nelle seguenti tabelle:

CARATTERISTICHE DELLA MISCELA PER LO STRATO DI USURA (Metodo Marshall)					
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13108-1)
Minima stabilità	UNI EN 12697-34	S _{min}	kN	> 12,5	S _{min12,5}
Quoziente (minimo)	UNI EN 12697-34	Q _{min}	kN/mm	> 3	Q _{min3}
Quoziente (massimo)	UNI EN 12697-34	-	kN/mm	< 5	-
Contenuto massimo di vuoti residui	UNI EN 12697-8 UNI EN 12697-6B UNI EN 12697-5A	V _{max}	%	< 6	V _{max6}
Contenuto minimo di vuoti residui	UNI EN 12697-8 UNI EN 12697-6B UNI EN 12697-5A	V _{min}	%	> 3	V _{min3}
Sensibilità all'acqua	UNI N 12697-12	ITSR	%	> 75	ITSR ₈₀
Resistenza alla trazione indiretta a 25 °C	UNI EN 12697-23	ITS	N/mm ²	> 0,8	-
<ul style="list-style-type: none"> • i provini per le misure di stabilità, quoziente e percentuale dei vuoti residui riportate dovranno essere confezionati presso l'impianto di produzione e/o all'atto della stesa e la temperatura di compattazione dovrà essere pari a 150°C ± 5°C; • la determinazione della stabilità viene eseguita a 60°C su 4 provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia; • il contenuto dei vuoti dovrà essere determinato in conformità alla norma UNI EN 13108-20. 					

CARATTERISTICHE DELLA MISCELA PER LO STRATO DI USURA (Metodo volumetrico)					
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13108-1)

Vuoti a 10 rotazioni	UNI EN 12697-5, 6, 8	$V_{10G_{min}}$	%	> 10	$V_{10G_{min9}}$	
		$V_{10G_{max}}$	%	< 14	-	
Vuoti a N_{design} definito dall'Impresa nello studio di qualifica della miscela		V_{min}	%	> 3	$V_{min3,0}$	
		V_{max}	%	< 6	V_{max6}	
Vuoti a 180 rotazioni		V_{min}	%	> 2	$V_{min2,0}$	
Modulo di rigidezza		UNI EN 12697-26	S_{min}	MPa	> 3 300	$S_{min3\ 600}$
Resistenza alla trazione indiretta a 25 °C		UNI EN 12697-23	ITS	N/mm ²	> 0,8	-
Sensibilità all'acqua		UNI N 12697-12	$ITSR$	%	> 75	$ITSR_{80}$

CONDIZIONI DI PROVA (parametri della pressa giratoria):

- angolo di rotazione: $1,25^\circ + 0,02^\circ$;
- velocità di rotazione: 30 rotazioni/minuto;
- pressione verticale: kPa 600;
- diametro del provino: mm 150 o mm 100;
- i requisiti di resistenza e di rigidezza saranno valutati su provini compattati a N_{design} .

Nota: L'impresa è tenuta nello studio di formulazione della miscela a dichiarare il numero di rotazioni di progetto N_{design} tale da produrre la % di vuoti richiesta nelle presenti CSA.

Nello studio di formulazione, il valore della densità risultante dalla misurazione geometrica della pressa giratoria deve essere corretto mediante un coefficiente $C = P_{vol}(\text{geometrico})/P_{vol}(\text{misurato})$

I controlli, in opera, del materiale sciolto con pressa giratoria, verranno effettuati sulla base del numero di giri di progetto N_{design}

Su richiesta della Direzione Lavori, il Produttore dovrà determinare le caratteristiche prestazionali della miscela secondo i requisiti riportati nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE DELLA MISCELA PER LO STRATO DI USURA (Requisiti prestazionali)					
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13108-1)
Resistenza alla deformazione permanente	UNI EN 12697-25	f_{cmax}	$\mu\text{m}/\text{m}/\text{n}$	< 1	f_{cmax1}
<i>In alternativa</i>					
Resistenza alla deformazione permanente (ormaiamento)	UNI EN 12697-22	WTS_{AIR}	mm10 ³ cicli	< 10	WTS_{AIR10}
<ul style="list-style-type: none"> • Per evitare la duplicazione di specifiche ("eccesso di specifiche") non dovranno essere determinati entrambi i requisiti. • Le densità di riferimento delle miscele analizzate dovranno corrispondere a quelle della compattazione Marshall a 75 colpi per faccia o della compattazione volumetrica, con pressa giratoria a 180 giri. 					

Studio della miscela in laboratorio

L'Appaltatore dovrà presentare alla Direzione Lavori, almeno 15 giorni prima dell'inizio della posa in opera e per ciascun impianto di produzione, la composizione delle miscele che intende adottare; ciascuna composizione proposta deve essere corredata da una completa documentazione in base ai valori riportati sugli attestati di conformità CE delle miscele.

Non saranno ammesse variazioni sulla composizione ottimale della miscela validata ed accettata dalla Direzione Lavori, eccedenti le tolleranze massime riportate nella tabella seguente:

TOLLERANZE AMMESSE RIFERITE ALLA COMPOSIZIONE OTTIMALE VALIDATA (MISCELA PER LO STRATO DI USURA)	
MATERIALE COSTITUENTE	TOLLERANZE AMMESSE
Aggregato grosso (trattenuto al setaccio 2mm)	± 5%
Aggregato fine (passante al setaccio 2mm e trattenuto al setaccio 0,063mm)	± 3%
Aggregato filler (passante al setaccio 0,063mm)	± 2%
Legante (riferito alla miscela)	± 0,3%

Confezione della miscela

Il conglomerato sarà confezionato mediante impianti fissi automatizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti ed efficienti in ogni loro parte. Gli impianti dovranno comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare miscele del tutto rispondenti a quelle di progetto.

Possono essere impiegati anche impianti continui (tipo drum-mixer) purché il dosaggio dei componenti la miscela sia eseguito a peso mediante idonee apparecchiature la cui efficienza deve essere costantemente controllata. L'impianto deve comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare le miscele rispondenti a quelle indicate nello studio presentato ai fini dell'accettazione.

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 possono compromettere la pulizia degli aggregati. Inoltre, i cumuli delle diverse classi di inerte dovranno essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento nei predosatori dovrà eseguirsi con la massima cura. Si farà uso di almeno 4 classi di aggregati con predosatori in numero corrispondente alle classi impiegate.

La produzione di ciascun impianto non dovrà essere spinta oltre la sua potenzialità per garantire il perfetto essiccamento dell'aggregato; una perfetta vagliatura dovrà assicurare una idonea riclassificazione delle singole classi di inerte; dovrà essere garantito l'uniforme riscaldamento della miscela. Resta pertanto escluso l'uso di impianto a scarico diretto.

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 25-30 secondi.

L'umidità degli aggregati all'uscita dell'essiccatore non dovrà di norma superare lo 0,5%.

La temperatura degli aggregati all'atto della mescolazione dovrà essere compresa tra 160 e 180 °C, quella del legante tra 150 e 180° C, salvo diverse disposizioni della Direzione Lavori in rapporto al tipo di bitume impiegato.

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

Preparazione delle superfici di stesa

Prima della realizzazione dello strato è necessario preparare la superficie di stesa allo scopo di garantire una adeguata adesione all'interfaccia mediante l'applicazione di emulsioni bituminose cationiche a rottura rapida con il 60% di bitume residuo (designazione secondo UNI EN 13808:2005: C 60 B 4).

Il dosaggio del materiale da impiegare varia a seconda che l'applicazione riguardi la costruzione di una nuova sovrastruttura oppure un intervento di manutenzione. Nel caso di nuove costruzioni il dosaggio dell'emulsione deve essere tale che il bitume residuo risulti pari a 0,30 Kg/mq; qualora il nuovo strato venga realizzato sopra una pavimentazione esistente o precedentemente fresata il dosaggio dell'emulsione deve essere tale che il bitume residuo risulti pari a 0,50 Kg/mq.

Le caratteristiche del materiale da impiegare sono riportate nella tabella seguente:

PARAMETRO	METODO DI PROVA	VALORI	CLASSE (UNI EN 13808)
Polarità	UNI EN 1430	positiva	2
Contenuto di acqua	UNI EN 1428	40 (+/- 1%)	-
Contenuto di bitume	UNI EN 1428	60 (+/- 1%)	5
Indice di rottura	UNI EN 12850	70 - 130	4

Prima della stesa della mano d'attacco l'Impresa dovrà rimuovere tutte le impurità presenti e provvedere alla sigillatura di eventuali zone porose e/o fessurate mediante l'impiego di una malta bituminosa sigillante.

Posa in opera della miscela

La miscela bituminosa verrà stesa sul piano finito dopo che sia stata accertata dalla Direzione Lavori la rispondenza di quest'ultima ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza prescritti dalla Direzione Lavori.

Il piano di posa dovrà risultare perfettamente asciutto, pulito, scevro di polveri e privo di residui di qualsiasi natura.

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

La posa in opera dei conglomerati bituminosi verrà effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici dei tipi approvati dalla Direzione Lavori, in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di auto-livellamento. Le vibrofinitrici dovranno comunque lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti a segregazione 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.

Qualora ciò non sia possibile, il bordo della striscia già realizzata dovrà essere spalmato con emulsione bituminosa cationica per assicurare la saldatura della striscia successiva. Se il bordo risulterà danneggiato o arrotondato si dovrà procedere al taglio verticale con idonea attrezzatura.

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

La sovrapposizione dei giunti longitudinali deve essere programmata e realizzata in maniera che essi risultino sfalsati di almeno 20 cm rispetto a quelli dello strato sottostante e non cadano mai in corrispondenza delle due fasce della corsia di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti.

La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa, controllata immediatamente dietro la finitrice, dovrà risultare in ogni momento non inferiore a $150^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$. La temperatura ambiente esterna non dovrà mai essere inferiore ai 5°C .

Nel caso in cui il tempo percorso tra impianto di produzione e stesa sia maggiore a 90 minuti sarà necessario verificare che la temperatura all'impianto e alla stesa rimanga entro i valori di seguito indicati:

LIMITI DELLA TEMPERATURA				
REQUISITO	METODO DI PROVA	UM	VALORE MINIMO (alla stesa)	VALORE MASSIMO (alla produzione)
Temperatura della miscela	UNI EN 12697-13	°C	$\geq 150 \pm 5^{\circ}\text{C}$	≤ 180

La stesa dei conglomerati dovrà essere sospesa quando le condizioni meteorologiche generali potranno 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 dei rulli gommati o vibranti gommati con l'ausilio di rulli a ruote metalliche, tutti in numero adeguato ed aventi idoneo peso e

caratteristiche tecnologiche avanzate, in modo da assicurare il raggiungimento delle massime densità ottenibili.

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

La superficie degli strati, a seguito di costipamento, dovrà presentarsi priva di irregolarità, ondulazioni e segregazione degli elementi di maggiori dimensioni.

Controllo dei requisiti ed accettazione delle lavorazioni

Il controllo della qualità del conglomerato bituminoso e della sua posa in opera deve essere effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali costituenti, sulla miscela, sulle carote estratte dalla pavimentazione e con prove in situ. I prelievi di conglomerato bituminoso dalla sede stradale dovranno essere eseguiti in zone significative della pavimentazione, evitando campionature ai margini della strada o in prossimità dei giunti. Le prove devono essere eseguite da un Laboratorio indicato dalla Direzione Lavori, riconosciuto dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti.

Ogni prelievo deve essere costituito da due campioni; un campione viene utilizzato per i controlli presso un Laboratorio riconosciuto dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, l'altro resta a disposizione per eventuali accertamenti e/o verifiche tecniche successive.

Sui materiali costituenti devono essere verificate le caratteristiche di accettabilità secondo la norma UNI EN 13043.

Sulla miscela vengono determinate: la percentuale di bitume, la granulometria degli aggregati, la quantità di attivante d'adesione (se presente) e vengono inoltre controllate le caratteristiche di idoneità mediante metodo volumetrico o metodo Marshall.

Dopo la stesa la Direzione Lavori preleverà delle carote per il controllo delle caratteristiche del conglomerato e la verifica degli spessori.

Lo strato della pavimentazione dovrà essere realizzato nel rispetto degli spessori e delle sagome di progetto e la superficie dello strato finito deve presentarsi, dopo la compattazione, priva di irregolarità ed ondulazioni.

Le caratteristiche che lo strato dovrà avere sono relative al requisito di addensamento della miscela, alle dimensioni (spessore) dello strato ed alle proprietà di aderenza della superficie.

Lo spessore dello strato verrà determinato, per ogni tratto omogeneo di stesa, facendo la media delle misure (quattro per ogni sezione) rilevate dalle carote estratte dalla pavimentazione, scartando i valori con spessore in eccesso, rispetto a quello di progetto, di oltre il 5%.

Per spessori medi inferiori a quelli di progetto verrà applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione del 2,5% del prezzo di elenco per ogni mm di materiale mancante.

Carenze superiori al 20% dello spessore di progetto comporteranno la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a spese dell'Impresa.

Le **caratteristiche di addensamento** della miscela in opera saranno determinate preferibilmente secondo il metodo del grado di compattazione o, in alternativa a scelta della Direzione lavori, secondo il metodo dei vuoti residui, in conformità con i requisiti riportati nelle seguenti tabelle:

ADDENSAMENTO DELLO STRATO DI USURA (Grado di compattazione per confronto delle densità)			
REQUISITO	METODO DI PROVA	UM	VALORE LIMITE
Grado di addensamento (per ogni campione)	UNI EN 12697-6	%	> 96
Il grado di compattazione è il rapporto tra la densità della miscela compattata in opera e la densità della miscela compattata in laboratorio (Marshall o pressa giratoria a 100 giri) riferita allo stesso lotto/giorno di produzione (massimo addensamento teorico).			

ADDENSAMENTO DELLO STRATO DI USURA (Vuoti residui del campione prelevato in opera)				
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE
Vuoti residui (massimo per ogni campione)	UNI EN 12697-8	V_{max}	%	< 7
Campione prelevato mediante carotaggio in conformità alla norma UNI EN 13108-27				

Per valori dei vuoti, determinati sulle carote, superiori a quelli previsti (ottenuti dalla miscela di progetto proposta dall'Impresa) verrà applicata una detrazione del 2,5% del prezzo di elenco per ogni 0,5% di vuoti in più, fino al valore massimo accettabile (per i vuoti in opera) del 12%.

Valori dei vuoti superiori al 12% comporteranno la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a spese dell'Impresa.

Le **caratteristiche superficiali** dello strato saranno determinate in conformità con i requisiti riportati nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE SUPERFICIALI DELLO STRATO DI COLLEGAMENTO (BINDER)			
REQUISITO	METODO DI PROVA	UM	VALORE LIMITE
Regolarità della superficie (regolo da mm 3000)	UNI EN 13036-7	mm	< 4
Resistenza di attrito radente (PTV)*	UNI EN 13036-4	-	≥ 55
Macrorugosità superficiale (HS)*	UNI EN 13036-1	mm	≥ 0,5
Coefficiente di aderenza trasversale (CAT)*	CNR BU 147/92	-	≥ 0,55
*Requisito da determinare in caso di diretto contatto con il traffico veicolare in un periodo di tempo compreso tra il sesto e il dodicesimo giorno di ultimazione della stesa.			

Qualora i valori di aderenza superficiale CAT e/o HS fossero inferiori alle soglie stabilite, fissati in 0,55 per CAT e 0,5 per HS, fino al raggiungimento di valori di CAT di 0,45 e di HS di 0,3 è prevista una penalizzazione del 15% sul prezzo dello strato bituminoso interessato. Al di sotto di tali valori l'Impresa dovrà provvedere alla demolizione e ricostruzione dello strato superficiale interessato a proprie spese.

Le detrazioni determinate per i diversi parametri di controllo saranno cumulate.

La Direzione Lavori procederà con l'esecuzione dei controlli periodici, a carico della Stazione Appaltante, secondo le modalità descritte nei piani dei controlli minimi di seguito specificati. La Direzione Lavori ha la facoltà di effettuare ulteriori accertamenti sui requisiti dei materiali e delle lavorazioni.

CONTROLLI PERIODICI MATERIALI COSTITUENTI		
MATERIALE	UBICAZIONE PRELIEVO	FREQUENZA
Aggregato lapideo	Impianto di produzione	A richiesta della Direzione Lavori
Legante bituminoso	Cisterna di stoccaggio	Settimanale

CONTROLLI PERIODICI MISCELA		
STRATO	UBICAZIONE PRELIEVO	FREQUENZA
Base, Binder, Usura	Impianto di produzione	Settimanale
Base, Binder, Usura	Pavimentazione	Giornaliera o: ogni 6.000 q (binder, base) ogni 10.000 q (usura)
Legante bituminoso	Cisterna di stoccaggio	Settimanale

CONTROLLI PERIODICI SPESSORE		
STRATO	UBICAZIONE PRELIEVO	FREQUENZA
Base, Binder, Usura	Pavimentazione	Ogni 200 m di fascia stesa

CONTROLLI PERIODICI CARATTERISTICHE SUPERFICIALI		
STRATO	UBICAZIONE PRELIEVO	FREQUENZA
Usura	Pavimentazione	A campione

5.7.3 Conglomerato bituminoso per strati di usura con rocce ignee o graniglie artificiali

Descrizione

Lo strato di usura è costituito da una miscela di aggregati lapidei di primo impiego, bitume semisolido a bassa viscosità, filler e additivi. La miscela è prodotta a caldo, previo riscaldamento degli aggregati e del legante.

Le miscele impiegate dovranno essere qualificate in conformità alla direttiva CPR 305/2011 /CEE sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13108-1.

Caratteristiche dei materiali da impiegare

a) Aggregati

Costituiscono la struttura portante del conglomerato bituminoso e comprendono gli aggregati grossi, gli aggregati fini e l'aggregato filler.

I requisiti di accettazione degli aggregati lapidei impiegati, qualora non specificato diversamente, dovranno essere conformi alle seguenti prescrizioni:

- UNI EN 932-3 "Procedura e terminologia per la descrizione petrografica semplificata";
- direttiva Prodotti da Costruzione CPR 305/2011 CEE;
- ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13043 "Aggregati per miscele bituminose e trattamenti superficiali per strade, aeroporti ed altre aree soggette a traffico";
- norma UNI EN 932-1 "Metodi di campionamento degli aggregati", per il prelievo dei campioni da sottoporre ad analisi.

L'aggregato grosso appartiene alla classe granulometrica compresa tra $d > 2$ mm e $D \leq 45$ mm; non dovrà provenire da rocce scistose o degradate e dovrà essere costituito da ghiaie frantumate, pietrischetti e graniglie naturali o artificiali privi di elementi in fase di alterazione. I materiali dovranno soddisfare i requisiti riportati di seguito:

1. il 100% del materiale deve provenire da frantumazione;
2. la perdita in peso alla prova Los Angeles, UNI EN 1097-2 "Metodi di prova per la determinazione della resistenza alla frammentazione" – campione costituito " da almeno 15 kg di particelle con granulometria compresa compresa fra 10 mm e 14 mm" , deve essere $\leq 18\%$;
3. se richiesto dalla Direzione Lavori, la sensibilità al gelo, determinata secondo la Norma CNR B.U. n° 80 del 15 Novembre 1980, deve risultare non superiore al 30%;
4. il contenuto di rocce tenere, alterate o scistose, e di rocce degradabili, ai sensi della Norma CNR B.U. n° 104 del 27 Novembre 1984, deve essere inferiore all'1%;
5. l'indice di forma, secondo la Norma CNR B.U. n° 95 del 31 Gennaio 1984, deve essere inferiore a 15 (categoria SI15);

6. l'indice di appiattimento, secondo la Norma CNR B.U. n° 95 del 31 Gennaio 1984, deve essere inferiore a 12 (categoria FI15);
7. il *coefficiente di levigabilità accelerata* (CLA) delle graniglie, secondo la Norma UNI EN 1097-8 del Aprile 2001, deve essere non inferiore a 0,43.

La miscela finale degli aggregati, almeno per il 30% del totale, dovrà contenere nella frazione più grossa, inerti di natura basaltica, porfirica o, in generale, di natura vulcanico effusiva; saranno ritenuti idonei anche inerti sintetici provenienti dalla frantumazione di scorie di forno elettrico purché accompagnati da opportuna documentazione comprovante la rispondenza dei requisiti necessari al loro riutilizzo in linea con la vigente legislazione.

L'aggregato fino (frazione di dimensioni minori di 2 mm) deve essere costituito esclusivamente da sabbie di frantumazione. Dovrà inoltre rispondere ai seguenti requisiti:

1. la prova Los Angeles, secondo Norma UNI EN 1097-2, eseguita sul granulato da cui provengono le sabbie naturali utilizzate nella miscela, deve dare una perdita in peso non superiore al 25%;
2. l'equivalente in sabbia, determinato secondo la Norma UNI EN 933-8:2000, dovrà essere non inferiore all'80 % per lo strato di usura.

Il filler, proveniente dalla macinazione di rocce preferibilmente calcaree ovvero costituiti da cemento, calce idrata, calce idraulica, polveri di asfalto, dovrà soddisfare ai seguenti requisiti:

1. essere completamente passanti al setaccio UNI 0,18;
2. avere una percentuale di passante, in peso, al setaccio UNI 0,075 non inferiore a 80;
3. essere costituiti da materiale non plastico (Limite Plastico e Indice di Plasticità non determinabili).

b) Legante

Esso dovrà avere i requisiti prescritti dalle Norme UNI EN 12591:2002 "Bitume e leganti bituminosi - Specifiche per i bitumi per applicazioni stradali", per i bitumi semisolidi B 50-70 o 70-100.

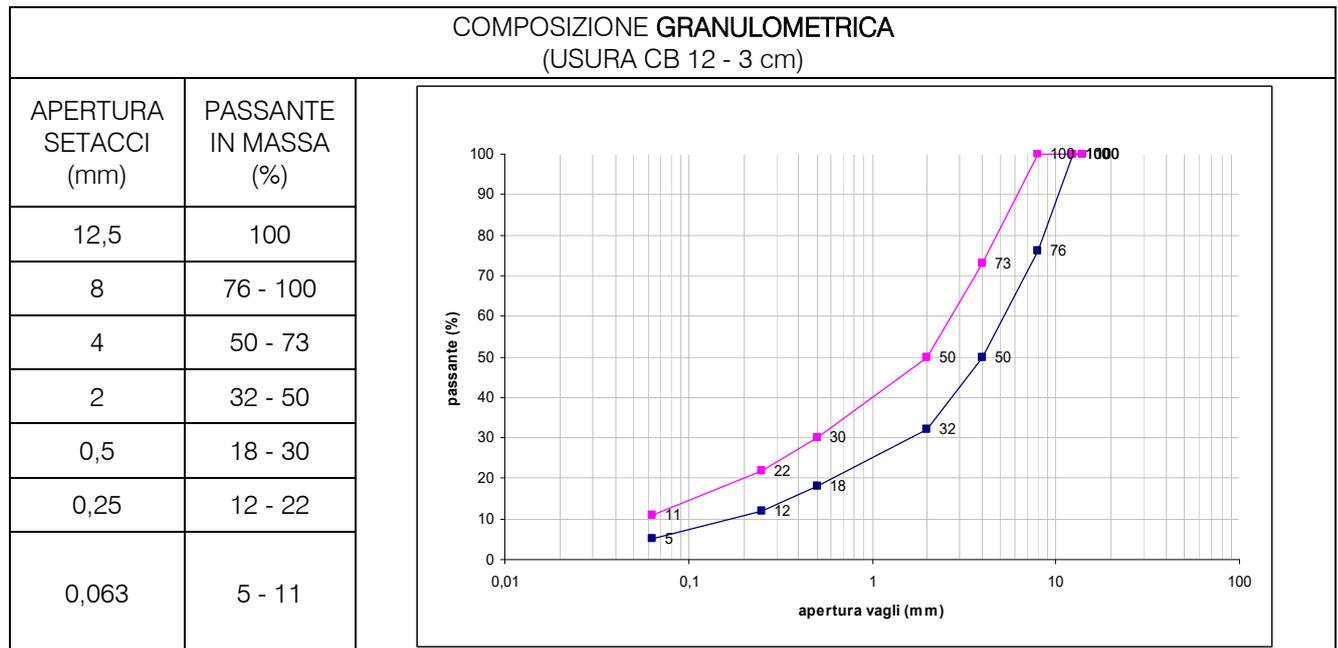
c) Attivanti l'adesione.

Nella confezione del conglomerato bituminoso di usura dovranno essere impiegate speciali sostanze chimiche attivanti d'adesione. La scelta del tipo e del dosaggio di additivo dovrà essere stabilita nello studio preliminare della miscela (mix design) in modo da garantire le caratteristiche del conglomerato bituminoso miscela come indicato nel presente Capitolato.

Il dosaggio degli attivanti d'adesione nel bitume potranno essere verificati sulla miscela sfusa o sulle carote mediante la prova di separazione cromatografica su strato sottile (prova colorimetrica).

d) Miscela.

La miscela degli aggregati da adottarsi per lo strato di usura dovrà avere una composizione granulometrica contenuta nel seguente fuso:



La miscela ottimale dovrà avere un contenuto minimo di legante secondo quanto riportato nella seguente tabella:

CONTENUTO MINIMO DI LEGANTE					
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13108)
Contenuto di legante per C.B. con <u>rocce ignee</u> (riferito alla miscela)	UNI EN 12697-1 e 39	B _{min}	%	≥ 5,4	B _{min5,4}
Contenuto di legante per C.B. con <u>granella artificiale</u> (riferito alla miscela)	UNI EN 12697-1 e 39	B _{min}	%	≥ 5,0	B _{min5,0}

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 prescritti.

Il conglomerato dovrà avere i requisiti di seguito descritti.

1. Il valore della *stabilità Marshall*, secondo la Norma UNI EN 12697-34:2004, determinata su provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia, dovrà risultare superiore a 12 KN ed inferiore a 16 KN; inoltre, il valore della rigidità Marshall, dato dal rapporto fra Stabilità e Scorrimento determinati nel corso della medesima prova, dovrà essere superiore a 3 e inferiore a 5 kN/mm;
2. La percentuale di *vuoti residui* determinata sui provini Marshall dovrà risultare compresa fra 3% e 6%;

3. A seguito di immersione in acqua demineralizzata, secondo le indicazioni della Norma UNI EN 12697-11, la *Stabilità Marshall* del conglomerato bituminoso non deve subire riduzioni superiori al 20%;
4. La resistenza a *trazione indiretta* a 25 °C, secondo la Norma UNI EN 12697-23, deve essere non inferiore a 0,6 N/mm².

Studio della miscela in laboratorio

L'Appaltatore dovrà presentare alla Direzione Lavori, almeno 15 giorni prima dell'inizio della posa in opera e per ciascun impianto di produzione, la composizione delle miscele che intende adottare; ciascuna composizione proposta deve essere corredata da una completa documentazione in base ai valori riportati sugli attestati di conformità CE delle miscele.

Non saranno ammesse variazioni sulla composizione ottimale della miscela validata ed accettata dalla Direzione Lavori, eccedenti le tolleranze massime riportate nella tabella seguente:

TOLLERANZE AMMESSE RIFERITE ALLA COMPOSIZIONE OTTIMALE VALIDATA (MISCELA PER LO STRATO DI USURA)	
MATERIALE COSTITUENTE	TOLLERANZE AMMESSE
Aggregato grosso (trattenuto al setaccio 2mm)	± 5%
Aggregato fine (passante al setaccio 2mm e trattenuto al setaccio 0,063mm)	± 3%
Aggregato filler (passante al setaccio 0,063mm)	± 2%
Legante (riferito alla miscela)	± 0,3%

Confezione della miscela

Il conglomerato sarà confezionato mediante impianti fissi automatizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti ed efficienti in ogni loro parte. Gli impianti dovranno comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare miscele del tutto rispondenti a quelle di progetto.

Possono essere impiegati anche impianti continui (tipo drum-mixer), purchè il dosaggio dei componenti la miscela sia eseguito a peso mediante idonee apparecchiature la cui efficienza deve essere costantemente controllata. L'impianto deve comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare le miscele rispondenti a quelle indicate nello studio presentato ai fini dell'accettazione.

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 possono compromettere la pulizia degli aggregati. Inoltre, i cumuli delle diverse classi di inerte dovranno essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento nei predosatori dovrà eseguirsi con la massima cura. Si farà uso di almeno 4 classi di aggregati con predosatori in numero corrispondente alle classi impiegate.

La produzione di ciascun impianto non dovrà essere spinta oltre la sua potenzialità per garantire il perfetto essiccamento dell'aggregato; una perfetta vagliatura dovrà assicurare una idonea riclassificazione delle singole classi di inerte; dovrà essere garantito l'uniforme riscaldamento della miscela. Resta pertanto escluso l'uso di impianto a scarico diretto.

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 25-30 secondi.

L'umidità degli aggregati all'uscita dell'essiccatore non dovrà di norma superare lo 0,5%.

La temperatura degli aggregati all'atto della mescolazione dovrà essere compresa tra 160 e 180 °C, quella del legante tra 150 e 180° C, salvo diverse disposizioni della Direzione Lavori in rapporto al tipo di bitume impiegato.

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

Preparazione delle superfici di stesa

Prima della realizzazione dello strato è necessario preparare la superficie di stesa allo scopo di garantire una adeguata adesione all'interfaccia mediante l'applicazione di emulsioni bituminose cationiche a rottura rapida con il 60% di bitume residuo (designazione secondo UNI EN 13808:2005: C 60 B 4).

Il dosaggio del materiale da impiegare varia a seconda che l'applicazione riguardi la costruzione di una nuova sovrastruttura oppure un intervento di manutenzione. Nel caso di nuove costruzioni il dosaggio dell'emulsione deve essere tale che il bitume residuo risulti pari a 0,30 Kg/mq; qualora il nuovo strato venga realizzato sopra una pavimentazione esistente o precedentemente fresata il dosaggio dell'emulsione deve essere tale che il bitume residuo risulti pari a 0,40 Kg/mq.

Le caratteristiche del materiale da impiegare sono riportate nella tabella seguente:

PARAMETRO	METODO DI PROVA	VALORI	CLASSE (UNI EN 13808)
Polarità	UNI EN 1430	positiva	2
Contenuto di acqua	UNI EN 1428	40 (+/- 1%)	-
Contenuto di bitume	UNI EN 1428	60 (+/- 1%)	5
Indice di rottura	UNI EN 12850	70 - 130	4

Prima della stesa della mano d'attacco l'Impresa dovrà rimuovere tutte le impurità presenti e provvedere alla sigillatura di eventuali zone porose e/o fessurate mediante l'impiego di una malta bituminosa sigillante.

Posa in opera della miscela

La miscela bituminosa verrà stesa sul piano finito dopo che sia stata accertata dalla Direzione Lavori la rispondenza di quest'ultima ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza prescritti dalla Direzione Lavori.

Il piano di posa dovrà risultare perfettamente asciutto, pulito, scevro di polveri e privo di residui di qualsiasi natura.

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

La posa in opera dei conglomerati bituminosi verrà effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici dei tipi approvati dalla Direzione Lavori, in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di auto-livellamento. Le vibrofinitrici dovranno comunque lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti a segregazione 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.

Qualora ciò non sia possibile, il bordo della striscia già realizzata dovrà essere spalmato con emulsione bituminosa cationica per assicurare la saldatura della striscia successiva. Se il bordo risulterà danneggiato o arrotondato si dovrà procedere al taglio verticale con idonea attrezzatura.

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

La sovrapposizione dei giunti longitudinali deve essere programmata e realizzata in maniera che essi risultino sfalsati di almeno 20 cm rispetto a quelli dello strato sottostante e non cadano mai in corrispondenza delle due fasce della corsia di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti.

La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa, controllata immediatamente dietro la finitrice, dovrà risultare in ogni momento non inferiore a 150°C. La temperatura ambiente esterna non dovrà mai essere inferiore ai 5 °C.

Nel caso in cui il tempo percorso tra impianto di produzione e stesa sia maggiore a 90 minuti sarà necessario verificare che la temperatura all'impianto e alla stesa rimanga entro i valori di seguito indicati:

LIMITI DELLA TEMPERATURA				
REQUISITO	METODO DI PROVA	UM	VALORE MINIMO (alla stesa)	VALORE MASSIMO (alla produzione)
Temperatura della miscela	UNI EN 12697-13	°C	≥150	≤180

La stesa dei conglomerati dovrà essere sospesa quando le condizioni meteorologiche generali potranno 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 dei rulli gommati o vibranti

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

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

La superficie degli strati, a seguito di costipamento, dovrà presentarsi priva di irregolarità, ondulazioni e segregazione degli elementi di maggiori dimensioni.

Controllo dei requisiti ed accettazione delle lavorazioni

Il controllo della qualità del conglomerato bituminoso e della sua posa in opera deve essere effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali costituenti, sulla miscela, sulle carote estratte dalla pavimentazione e con prove in situ. I prelievi di conglomerato bituminoso dalla sede stradale dovranno essere eseguiti in zone significative della pavimentazione, evitando campionature ai margini della strada o in prossimità dei giunti. Le prove devono essere eseguite da un Laboratorio indicato dalla Direzione Lavori, riconosciuto dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti.

Ogni prelievo deve essere costituito da due campioni; un campione viene utilizzato per i controlli presso un Laboratorio riconosciuto dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, l'altro resta a disposizione per eventuali accertamenti e/o verifiche tecniche successive.

Sui materiali costituenti devono essere verificate le caratteristiche di accettabilità secondo la norma UNI EN 13043.

Sulla miscela vengono determinate: la percentuale di bitume, la granulometria degli aggregati, la quantità di attivante d'adesione (se presente) e vengono inoltre controllate le caratteristiche di idoneità mediante metodo volumetrico o metodo Marshall.

Dopo la stesa la Direzione Lavori preleverà delle carote per il controllo delle caratteristiche del conglomerato e la verifica degli spessori.

Lo strato della pavimentazione dovrà essere realizzato nel rispetto degli spessori e delle sagome di progetto e la superficie dello strato finito deve presentarsi, dopo la compattazione, priva di irregolarità ed ondulazioni.

Le caratteristiche che lo strato dovrà avere sono relative al requisito di addensamento della miscela, alle dimensioni (spessore) dello strato ed alle proprietà di aderenza della superficie.

Lo spessore dello strato verrà determinato, per ogni tratto omogeneo di stesa, facendo la media delle misure (quattro per ogni sezione) rilevate dalle carote estratte dalla pavimentazione, scartando i valori con spessore in eccesso, rispetto a quello di progetto, di oltre il 5%.

Per spessori medi inferiori a quelli di progetto verrà applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione del 2,5% del prezzo di elenco per ogni mm di materiale mancante.

Carenze superiori al 20% dello spessore di progetto comporteranno la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a spese dell'Impresa.

Le caratteristiche di addensamento della miscela in opera saranno determinate preferibilmente secondo il metodo del grado di compattazione o, in alternativa a scelta della Direzione lavori, secondo il metodo dei vuoti residui, in conformità con i requisiti riportati nelle seguenti tabelle:

ADDENSAMENTO DELLO STRATO DI USURA (Grado di compattazione per confronto delle densità)			
REQUISITO	METODO DI PROVA	UM	VALORE LIMITE
Grado di addensamento (per ogni campione)	UNI EN 12697-6	%	≥ 96
Il grado di compattazione è il rapporto tra la densità della miscela compattata in opera e la densità della miscela compattata in laboratorio (Marshall o pressa giratoria a N_{design}) riferita allo stesso lotto/giorno di produzione (massimo addensamento teorico).			

ADDENSAMENTO DELLO STRATO DI USURA (Vuoti residui del campione prelevato in opera)				
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE
Vuoti residui (massimo per ogni campione)	UNI EN 12697-8	V_{max}	%	< 7
Campione prelevato mediante carotaggio in conformità alla norma UNI EN 13108-27				

Per valori dei vuoti, determinati sulle carote, superiori a quelli previsti (ottenuti dalla miscela di progetto proposta dall'Impresa) verrà applicata una detrazione del 2,5% del prezzo di elenco per ogni 0,5% di vuoti in più, fino al valore massimo accettabile (per i vuoti in opera) del 12%.

Valori dei vuoti superiori al 12% comporteranno la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a spese dell'Impresa.

Le caratteristiche superficiali dello strato saranno determinate in conformità con i requisiti riportati nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE SUPERFICIALI DELLO STRATO DI USURA			
REQUISITO	METODO DI PROVA	UM	VALORE LIMITE
Regolarità della superficie (regolo da mm 3000)	UNI EN 13036-7	mm	< 4
Resistenza di attrito radente (PTV)*	UNI EN 13036-4	-	≥ 55
Macrorugosità superficiale (HS)*	UNI EN 13036-1	mm	≥ 0,5
Coefficiente di aderenza trasversale (CAT)*	CNR BU 147/92	-	≥ 0,55
*Requisito da determinare in caso di diretto contatto con il traffico veicolare in un periodo di tempo compreso tra il sesto e il dodicesimo giorno di ultimazione della stesa.			

Qualora i valori di aderenza superficiale CAT e/o HS fossero inferiori alle soglie stabilite, fissati in 0,55 per CAT e 0,5 per HS, fino al raggiungimento di valori di CAT di 0,45 e di HS di 0,3 è prevista una penalizzazione del 15% sul prezzo dello strato bituminoso interessato. Al di sotto di tali valori l'Impresa dovrà provvedere alla demolizione e ricostruzione dello strato superficiale interessato a proprie spese.

Le detrazioni determinate per i diversi parametri di controllo saranno cumulate.

La Direzione Lavori procederà con l'esecuzione dei controlli periodici, a carico della Stazione Appaltante, secondo le modalità descritte nei piani dei controlli minimi di seguito specificati. La Direzione Lavori ha la facoltà di effettuare ulteriori accertamenti sui requisiti dei materiali e delle lavorazioni.

CONTROLLI PERIODICI MATERIALI COSTITUENTI		
MATERIALE	UBICAZIONE PRELIEVO	FREQUENZA
Aggregato lapideo	Impianto di produzione	A richiesta della Direzione Lavori
Legante bituminoso	Cisterna di stoccaggio	Settimanale

CONTROLLI PERIODICI MISCELA		
STRATO	UBICAZIONE PRELIEVO	FREQUENZA
Usura	Impianto di produzione	Settimanale
Usura	Pavimentazione	Giornaliera o: ogni 6.000 q (binder, base) ogni 10.000 q (usura)
Usura	Cisterna di stoccaggio	Settimanale

CONTROLLI PERIODICI SPESSORE		
STRATO	UBICAZIONE PRELIEVO	FREQUENZA
Usura	Pavimentazione	Ogni 200 m di fascia stesa

CONTROLLI PERIODICI CARATTERISTICHE SUPERFICIALI		
STRATO	UBICAZIONE PRELIEVO	FREQUENZA

Usura	Pavimentazione	A campione
-------	----------------	------------

5.7.4 Conglomerato bituminoso per strati di usura confezionato con bitume modificato

Descrizione

Lo strato di usura è costituito da una miscela di aggregati lapidei di primo impiego, bitume modificato con polimeri, filler ed eventuali additivi. La miscela è prodotta a caldo, previo riscaldamento degli aggregati e del legante.

Le miscele impiegate dovranno essere qualificate in conformità alla direttiva CPR 305/2011 /CEE sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13108-1.

Caratteristiche dei materiali da impiegare

a) Aggregati

Costituiscono la struttura portante del conglomerato bituminoso e comprendono gli aggregati grossi, gli aggregati fini e l'aggregato filler. I requisiti di accettazione degli aggregati lapidei impiegati, qualora non specificato diversamente, dovranno essere conformi alle seguenti prescrizioni:

- UNI EN 932-3 "Procedura e terminologia per la descrizione petrografica semplificata";
- direttiva Prodotti da Costruzione CPR 305/2011 CEE;
- ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13043 "Aggregati per miscele bituminose e trattamenti superficiali per strade, aeroporti ed altre aree soggette a traffico";
- norma UNI EN 932-1 "Metodi di campionamento degli aggregati", per il prelievo dei campioni da sottoporre ad analisi.

L'aggregato grosso appartiene alla classe granulometrica compresa tra $d > 2$ mm e $D \leq 45$ mm; non dovrà provenire da rocce scistose o degradate e dovrà essere costituito da ghiaie frantumate, pietrischetti e graniglie naturali o artificiali privi di elementi in fase di alterazione. I materiali dovranno soddisfare i requisiti riportati nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE DELL'AGGREGATO GROSSO					
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13043)
Dimensione massima	UNI EN 933-1	D_{max}	mm	14 (CB 14) 12 (CB 12)	-
Requisito di granulometria	UNI EN 933-1	G_c	%		G_c90-10
Resistenza alla frammentazione	UNI EN 1097-2	LA	%	≤ 20	LA ₂₀

Resistenza al gelo/disgelo	UNI EN 1367-1	F	%	< 1	F ₁
Percentuale di superfici frantumate	UNI EN 933-5	C _c	%	≥ 70	C _{70/10}
Affinità ai leganti bituminosi	UNI EN 12697-11	-	%	> 95	-
Coefficiente di appiattimento	UNI EN 933-3	FI	%	< 15	FI ₁₅
Qualità dei fini	UNI EN 933-9	MB _F	g/kg	≤ 10	MB _F 10
Resistenza all'usura dell'aggregato grosso	UNI EN 1097-1	M _{DE}	-	≤ 20	M _{DE} 20

L'aggregato fine appartiene alla classe granulometrica compresa tra $d > 0,063$ mm e $D < 2$ mm con denominazione GF 85; dovrà essere costituito da sabbie di frantumazione e privo di elementi in fase di alterazione, polvere o materiali estranei. È ammesso l'impiego di aggregati fini in frazione unica con dimensione massima $D = 4$ mm con denominazione GA 90. Qualunque sia la loro provenienza o natura petrografica, i materiali dovranno soddisfare oltre ai requisiti dell'Allegato ZA della UNI EN 13043, i requisiti riportati nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE DELL'AGGREGATO FINE					
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13043)
Passante al setaccio 0,063	UNI EN 933-1	f	%	< 18	f 16
Equivalentente in sabbia	UNI EN 933-8	SE	%	> 75	-

L'aggregato filler appartiene alla classe costituita in prevalenza da particelle passanti al setaccio 0,063 mm e dovrà provenire preferibilmente dalla frantumazione di rocce calcaree. Possono essere utilizzati anche cemento, calce idrata, calce idraulica, polvere di roccia asphaltica e ceneri volanti.

Qualunque sia la provenienza o la natura petrografica, i materiali dovranno soddisfare i requisiti riportati nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE DELL'AGGREGATO FILLER					
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13043)
Passante al setaccio 2 mm	UNI EN 933-10	-	%	100	-
Passante al setaccio 0,125 mm	UNI EN 933-10	-	%	da 85 a 100	-
Passante al setaccio 0,063 mm	UNI EN 933-10	-	%	da 70 a 100	-
Indice di plasticità	UNI CEN ISO/TS 1789-12	-	-	N.P.	-
Porosità del filler compattato secco (Ridgen)	UNI EN 1097-4	V	%	da 28 a 45	V _{28/45}
Palla anello (filler/bitume=1,5)	UNI EN 13179-1	Δ R&B	%	> 8	Δ R&B/16

Il possesso dei requisiti degli aggregati sarà verificato dalla Direzione Lavori in base ai valori riportati sugli attestati di conformità CE degli aggregati, relativi all'anno in corso. Gli attestati dovranno essere consegnati alla Direzione Lavori almeno 15 giorni prima dell'inizio dei lavori.

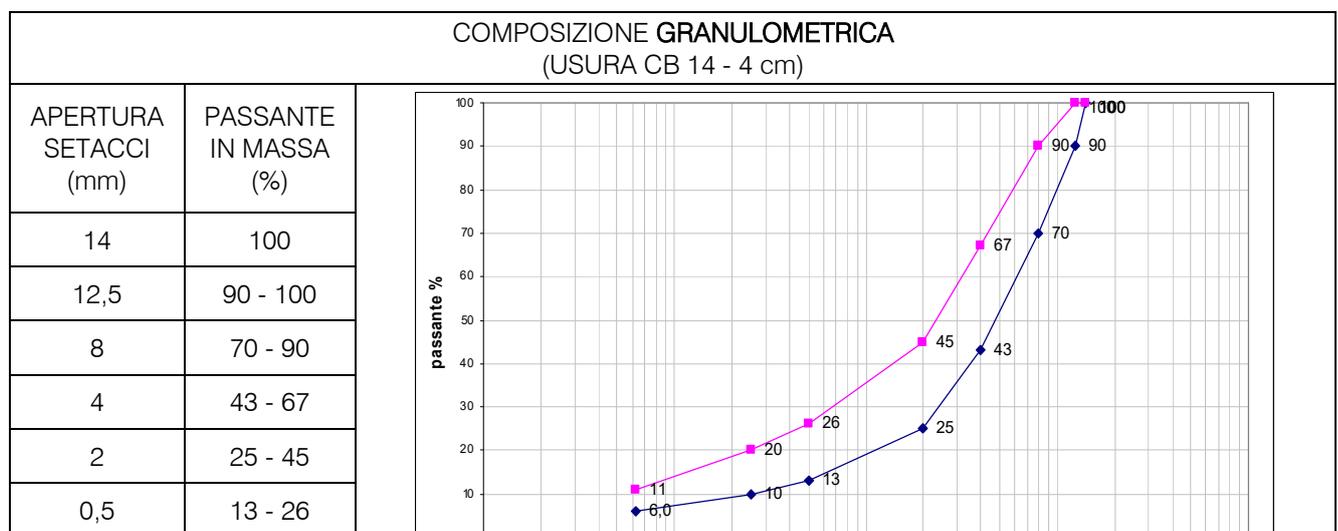
b) Legante.

Il legante dovrà essere costituito da bitume modificato contenente polimeri elastomerici, conforme alla Norma UNI EN 14023, con le seguenti caratteristiche:

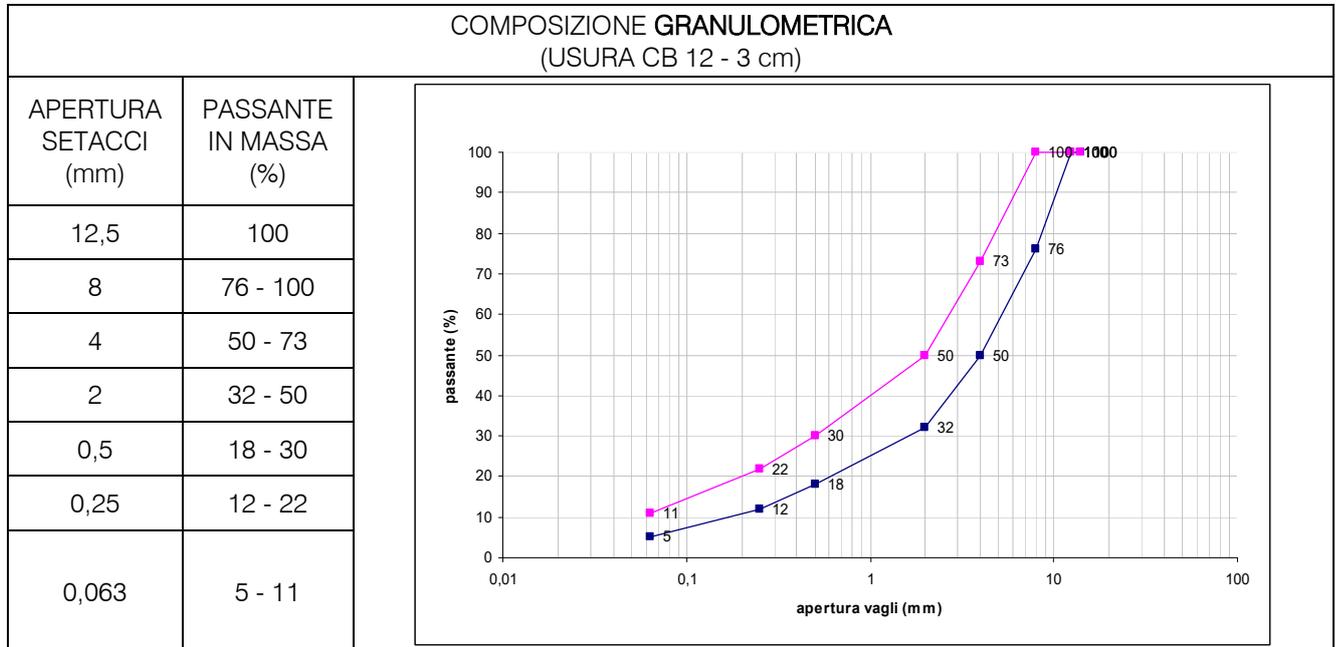
CARATTERISTICHE DI PROVA	U.M.	VALORE	NORMATIVA
Penetrazione a 25°C	dmm	50-70	UNI EN 1426
Punto di rammollimento (palla – anello)	°C	≥ 60	UNI EN 1427
Punto di rottura Fraass	°C	≤ - 12	UNI EN 12593
Viscosità dinamica 160°C	Pa·s	≥ 0,25	UNI EN 13702-1
Ritorno elastico a 25°C	%	≥ 50	UNI EN 13398
Stabilità allo stoccaggio : • Penetrazione • punto di rammollimento	(dmm) °C	≤ 5 ≤ 0,5	UNI EN 13399
Penetrazione residua dopo R.T.F.O.T. (UNI EN 12607-1)	%	≥ 60	UNI EN 1426
Punto di rammollimento dopo R.T.F.O.T. (UNI EN 12607-1)	°C	≥ 58	UNI EN 1427
Incremento del punto di Rammollimento dopo R.T.F.O.T. (UNI EN 12607-1)	°C	≤ 5	UNI EN 1427

c) Miscela.

La miscela ottimale degli aggregati lapidei impiegati per il confezionamento del conglomerato bituminoso per lo strato di collegamento dovrà avere una composizione granulometrica, determinata in conformità alle norme UNI EN 933-1 e UNI EN 12697-2 utilizzando i setacci appartenenti al gruppo base più gruppo 2, compresa nei limiti del fuso riportato nella seguente tabella:



0,25	10 - 20
0,063	6 - 11



La miscela ottimale dovrà avere un contenuto minimo di legante secondo quanto riportato nella seguente tabella:

CONTENUTO MINIMO DI LEGANTE					
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13108)
Contenuto di legante (riferito alla miscela)	UNI EN 12697-1 e 39	B _{min}	%	≥ 5,4	B _{min5,4}

Il Produttore dovrà determinare la quantità ottimale di legante da impiegare in fase di qualifica della miscela da effettuare secondo il metodo Marshall o, in alternativa, secondo il metodo Volumetrico mediante pressa giratoria.

In base al metodo prescelto, le caratteristiche richieste per il conglomerato bituminoso da impiegare nello strato di usura dovranno essere conformi ai requisiti riportati nelle seguenti tabelle:

CARATTERISTICHE DELLA MISCELA PER LO STRATO DI USURA (Metodo Marshall)					
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13108-1)
Minima stabilità	UNI EN 12697-34	S _{min}	kN	> 13	S _{min13}
Quoziente (minimo)	UNI EN 12697-34	Q _{min}	kN/mm	> 3	Q _{min3}
Quoziente (massimo)	UNI EN 12697-34	-	kN/mm	< 5	-

Contenuto massimo di vuoti residui	UNI EN 12697-8 UNI EN 12697-6B UNI EN 12697-5A	V_{max}	%	< 6	V_{max6}
Contenuto minimo di vuoti residui	UNI EN 12697-8 UNI EN 12697-6B UNI EN 12697-5A	V_{min}	%	> 3	V_{min3}
Sensibilità all'acqua	UNI N 12697-12	<i>ITSR</i>	%	> 75	<i>ITSR₈₀</i>
Resistenza alla trazione indiretta a 25 °C	UNI EN 12697-23	<i>ITS</i>	N/mm ²	> 0,8	-
<ul style="list-style-type: none"> • i provini per le misure di stabilità, quoziente e percentuale dei vuoti residui riportate dovranno essere confezionati presso l'impianto di produzione e/o all'atto della stesa e la temperatura di compattazione dovrà essere pari a 150°C ± 5°C; • la determinazione della stabilità viene eseguita a 60°C su 4 provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia; • il contenuto dei vuoti dovrà essere determinato in conformità alla norma UNI EN 13108-20. 					

CARATTERISTICHE DELLA MISCELA PER LO STRATO DI USURA (Metodo volumetrico)					
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13108-1)
Vuoti a 10 rotazioni	UNI EN 12697-5, 6, 8	$V_{10G_{min}}$	%	> 10	$V_{10G_{min9}}$
		$V_{10G_{max}}$	%	< 14	-
V_{min}		%	> 3	$V_{min3,0}$	
V_{max}		%	< 6	V_{max6}	
Vuoti a 180 rotazioni		V_{min}	%	> 2	$V_{min2,0}$
Modulo di rigidezza	UNI EN 12697-26	S_{min}	MPa	> 3 300	$S_{min3\ 600}$
Resistenza alla trazione indiretta a 25 °C	UNI EN 12697-23	<i>ITS</i>	N/mm ²	> 0,8	-
Sensibilità all'acqua	UNI N 12697-12	<i>ITSR</i>	%	> 75	<i>ITSR₈₀</i>
<p>CONDIZIONI DI PROVA (parametri della pressa giratoria):</p> <ul style="list-style-type: none"> • angolo di rotazione: 1,25° + 0,02°; • velocità di rotazione: 30 rotazioni/minuto; • pressione verticale: kPa 600; • diametro del provino: mm 150 o mm 100; • i requisiti di resistenza e di rigidezza saranno valutati su provini compattati a N_{design}. <p>Nota: L'impresa è tenuta nello studio di formulazione della miscela a dichiarare il numero di rotazioni di progetto N_{design} tale da produrre la % di vuoti richiesta nelle presenti CSA. Nello studio di formulazione, il valore della densità risultante dalla misurazione geometrica della pressa giratoria deve essere corretto mediante un coefficiente $C = P_{vol}(\text{geometrico})/P_{vol}(\text{misurato})$ <i>I controlli, in opera, del materiale sciolto con pressa giratoria, verranno effettuati sulla base del numero di giri di progetto N_{design}</i></p>					

Su richiesta della Direzione Lavori, il Produttore dovrà determinare le caratteristiche prestazionali della miscela secondo i requisiti riportati nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE DELLA MISCELA PER LO STRATO DI USURA (Requisiti prestazionali)					
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13108-1)
Resistenza alla deformazione permanente	UNI EN 12697-25	f_{cmax}	$\mu\text{m}/\text{m}/\text{n}$	< 1	f_{cmax1}
<i>In alternativa</i>					
Resistenza alla deformazione permanente (ormaiamento)	UNI EN 12697-22	WTS_{AIR}	$\text{mm}10^3\text{cicl}_i$	< 10	WTS_{AIR10}
<ul style="list-style-type: none"> Per evitare la duplicazione di specifiche ("eccesso di specifiche") non dovranno essere determinati entrambi i requisiti. Le densità di riferimento delle miscele analizzate dovranno corrispondere a quelle della compattazione Marshall a 75 colpi per faccia o della compattazione volumetrica, con pressa giratoria a 180 giri. 					

Studio delle miscele in laboratorio

L'Appaltatore dovrà presentare alla Direzione Lavori, almeno 15 giorni prima dell'inizio della posa in opera e per ciascun impianto di produzione, la composizione delle miscele che intende adottare; ciascuna composizione proposta deve essere corredata da una completa documentazione in base ai valori riportati sugli attestati di conformità CE delle miscele.

Non saranno ammesse variazioni sulla composizione ottimale della miscela validata ed accettata dalla Direzione Lavori, eccedenti le tolleranze massime riportate nella tabella seguente:

TOLLERANZE AMMESSE RIFERITE ALLA COMPOSIZIONE OTTIMALE VALIDATA (MISCELA PER LO STRATO DI USURA)	
MATERIALE COSTITUENTE	TOLLERANZE AMMESSE
Aggregato grosso (trattenuto al setaccio 2mm)	± 5%
Aggregato fine (passante al setaccio 2mm e trattenuto al setaccio 0,063mm)	± 3%
Aggregato filler (passante al setaccio 0,063mm)	± 2%
Legante (riferito alla miscela)	± 0,3%

Formazione e confezione delle miscele

Il conglomerato sarà confezionato mediante impianti fissi automatizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti ed efficienti in ogni loro parte. Gli impianti dovranno comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare miscele del tutto rispondenti a quelle di progetto.

Possono essere impiegati anche impianti continui (tipo drum-mixer) purchè il dosaggio dei componenti la miscela sia eseguito a peso mediante idonee apparecchiature la cui efficienza deve essere costantemente

controllata. L'impianto deve comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare le miscele rispondenti a quelle indicate nello studio presentato ai fini dell'accettazione.

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 possono compromettere la pulizia degli aggregati. Inoltre, i cumuli delle diverse classi di inerte dovranno essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento nei predosatori dovrà eseguirsi con la massima cura. Si farà uso di almeno 4 classi di aggregati con predosatori in numero corrispondente alle classi impiegate.

La produzione di ciascun impianto non dovrà essere spinta oltre la sua potenzialità per garantire il perfetto essiccamento dell'aggregato; una perfetta vagliatura dovrà assicurare una idonea riclassificazione delle singole classi di inerte; dovrà essere garantito l'uniforme riscaldamento della miscela. Resta pertanto escluso l'uso di impianto a scarico diretto.

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 25-30 secondi.

L'umidità degli aggregati all'uscita dell'essiccatore non dovrà di norma superare lo 0,5%.

La temperatura degli aggregati all'atto della mescolazione dovrà essere compresa tra 160 e 180 °C, quella del legante tra 150 e 180° C, salvo diverse disposizioni della Direzione Lavori in rapporto al tipo di bitume impiegato.

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

Preparazione delle superfici di stesa

Prima della realizzazione dello strato è necessario preparare la superficie di stesa allo scopo di garantire una adeguata adesione all'interfaccia mediante l'applicazione di emulsioni bituminose cationiche a rottura rapida con il 60% di bitume residuo (designazione secondo UNI EN 13808:2005: C 60 B 4).

Il dosaggio del materiale da impiegare varia a seconda che l'applicazione riguardi la costruzione di una nuova sovrastruttura oppure un intervento di manutenzione. Nel caso di nuove costruzioni il dosaggio dell'emulsione deve essere tale che il bitume residuo risulti pari a 0,30 Kg/mq; qualora il nuovo strato venga realizzato sopra una pavimentazione esistente o precedentemente fresata il dosaggio dell'emulsione deve essere tale che il bitume residuo risulti pari a 0,40 Kg/mq.

Le caratteristiche del materiale da impiegare sono riportate nella tabella seguente:

PARAMETRO	METODO DI PROVA	VALORI	CLASSE (UNI EN 13808)
Polarità	UNI EN 1430	positiva	2
Contenuto di acqua	UNI EN 1428	40 (+/- 1%)	-
Contenuto di bitume	UNI EN 1428	60 (+/- 1%)	5
Indice di rottura	UNI EN 12850	70 - 130	4

Prima della stesa della mano d'attacco l'Impresa dovrà rimuovere tutte le impurità presenti e provvedere alla sigillatura di eventuali zone porose e/o fessurate mediante l'impiego di una malta bituminosa sigillante.

Posa in opera della miscela

La miscela bituminosa verrà stesa sul piano finito dopo che sia stata accertata dalla Direzione Lavori la rispondenza di quest'ultima ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza prescritti dalla Direzione Lavori.

Il piano di posa dovrà risultare perfettamente asciutto, pulito, scevro di polveri e privo di residui di qualsiasi natura.

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

La posa in opera dei conglomerati bituminosi verrà effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici dei tipi approvati dalla Direzione Lavori, in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di auto-livellamento. Le vibrofinitrici dovranno comunque lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti a segregazione 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.

Qualora ciò non sia possibile, il bordo della striscia già realizzata dovrà essere spalmato con emulsione bituminosa cationica 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 azzerramento.

La sovrapposizione dei giunti longitudinali deve essere programmata e realizzata in maniera che essi risultino sfalsati di almeno 20 cm rispetto a quelli dello strato sottostante e non cadano mai in corrispondenza delle due fasce della corsia di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti.

La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa, controllata immediatamente dietro la finitrice, dovrà risultare in ogni momento non inferiore a $155^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$. La temperatura ambiente esterna non dovrà mai essere inferiore ai 5°C .

Nel caso in cui il tempo percorso tra impianto di produzione e stesa sia maggiore a 90 minuti sarà necessario verificare che la temperatura all'impianto e alla stesa rimanga entro i valori di seguito indicati:

LIMITI DELLA TEMPERATURA				
REQUISITO	METODO DI PROVA	UM	VALORE MINIMO (alla stesa)	VALORE MASSIMO (alla produzione)
Temperatura della miscela	UNI EN 12697-13	°C	$\geq 155 \pm 5$ °C	≤ 180

La stesa dei conglomerati dovrà essere sospesa quando le condizioni meteorologiche generali potranno 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 dei rulli gommati o vibranti gommati con l'ausilio di rulli a ruote metalliche, tutti in numero adeguato ed aventi idoneo peso e caratteristiche tecnologiche avanzate, in modo da assicurare il raggiungimento delle massime densità ottenibili.

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

La superficie degli strati, a seguito di costipamento, dovrà presentarsi priva di irregolarità, ondulazioni e segregazione degli elementi di maggiori dimensioni.

Controllo dei requisiti ed accettazione delle lavorazioni

Il controllo della qualità del conglomerato bituminoso e della sua posa in opera deve essere effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali costituenti, sulla miscela, sulle carote estratte dalla pavimentazione e con prove in situ. I prelievi di conglomerato bituminoso dalla sede stradale dovranno essere eseguiti in zone significative della pavimentazione, evitando campionature ai margini della strada o in prossimità dei giunti. Le prove devono essere eseguite da un Laboratorio indicato dalla Direzione Lavori, riconosciuto dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti.

Ogni prelievo deve essere costituito da due campioni; un campione viene utilizzato per i controlli presso un Laboratorio riconosciuto dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, l'altro resta a disposizione per eventuali accertamenti e/o verifiche tecniche successive.

Sui materiali costituenti devono essere verificate le caratteristiche di accettabilità secondo la norma UNI EN 13043.

Sulla miscela vengono determinate: la percentuale di bitume, la granulometria degli aggregati, la quantità di attivante d'adesione (se presente) e vengono inoltre controllate le caratteristiche di idoneità mediante metodo volumetrico o metodo Marshall.

Dopo la stesa la Direzione Lavori preleverà delle carote per il controllo delle caratteristiche del conglomerato e la verifica degli spessori.

Lo strato della pavimentazione dovrà essere realizzato nel rispetto degli spessori e delle sagome di progetto e la superficie dello strato finito deve presentarsi, dopo la compattazione, priva di irregolarità ed ondulazioni.

Le caratteristiche che lo strato dovrà avere sono relative al requisito di addensamento della miscela, alle dimensioni (spessore) dello strato ed alle proprietà di aderenza della superficie.

Lo **spessore** dello strato verrà determinato, per ogni tratto omogeneo di stesa, facendo la media delle misure (quattro per ogni sezione) rilevate dalle carote estratte dalla pavimentazione, scartando i valori con spessore in eccesso, rispetto a quello di progetto, di oltre il 5%.

Per spessori medi inferiori a quelli di progetto verrà applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione del 2,5% del prezzo di elenco per ogni mm di materiale mancante.

Carenze superiori al 20% dello spessore di progetto comporteranno la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a spese dell'Impresa.

Le **caratteristiche di addensamento** della miscela in opera saranno determinate preferibilmente secondo il metodo del grado di compattazione o, in alternativa a scelta della Direzione lavori, secondo il metodo dei vuoti residui, in conformità con i requisiti riportati nelle seguenti tabelle:

ADDENSAMENTO DELLO STRATO DI USURA- (Grado di compattazione per confronto delle densità)				
REQUISITO	METODO DI PROVA	UM	VALORE LIMITE	
Grado di addensamento (per ogni campione)	UNI EN 12697-6	%	> 96	
Il grado di compattazione è il rapporto tra la densità della miscela compattata in opera e la densità della miscela compattata in laboratorio (Marshall o pressa giratoria a 100 giri) riferita allo stesso lotto/giorno di produzione (massimo addensamento teorico).				
ADDENSAMENTO DELLO STRATO DI USURA (Vuoti residui del campione prelevato in opera)				
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE
Vuoti residui (massimo per ogni campione)	UNI EN 12697-8	V_{max}	%	< 7
Campione prelevato mediante carotaggio in conformità alla norma UNI EN 13108-27				

Per valori dei vuoti, determinati sulle carote, superiori a quelli previsti (ottenuti dalla miscela di progetto proposta dall'Impresa) verrà applicata una detrazione del 2,5% del prezzo di elenco per ogni 0,5% di vuoti in più, fino al valore massimo accettabile (per i vuoti in opera) del 12%.

Valori dei vuoti superiori al 12% comporteranno la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a spese dell'Impresa.

Le **caratteristiche superficiali** dello strato saranno determinate in conformità con i requisiti riportati nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE SUPERFICIALI DELLO STRATO DI COLLEGAMENTO (BINDER)
--

REQUISITO	METODO DI PROVA	UM	VALORE LIMITE
Regolarità della superficie (regolo da mm 3000)	UNI EN 13036-7	mm	<4
Resistenza di attrito radente (PTV)*	UNI EN 13036-4	-	≥55
Macrorugosità superficiale (HS)*	UNI EN 13036-1	mm	≥0,5
Coefficiente di aderenza trasversale (CAT)*	CNR BU 147/92	-	≥0,55

*Requisito da determinare in caso di diretto contatto con il traffico veicolare in un periodo di tempo compreso tra il sesto e il dodicesimo giorno di ultimazione della stesa.

Qualora i valori di aderenza superficiale CAT e/o HS fossero inferiori alle soglie stabilite, fissati in 0,55 per CAT e 0,5 per HS, fino al raggiungimento di valori di CAT di 0,45 e di HS di 0,3 è prevista una penalizzazione del 15% sul prezzo dello strato bituminoso interessato. Al di sotto di tali valori l'Impresa dovrà provvedere alla demolizione e ricostruzione dello strato superficiale interessato a proprie spese.

Le detrazioni determinate per i diversi parametri di controllo saranno cumulate.

La Direzione Lavori procederà con l'esecuzione dei controlli periodici, a carico della Stazione Appaltante, secondo le modalità descritte nei piani dei controlli minimi di seguito specificati. La Direzione Lavori ha la facoltà di effettuare ulteriori accertamenti sui requisiti dei materiali e delle lavorazioni.

CONTROLLI PERIODICI MATERIALI COSTITUENTI		
MATERIALE	UBICAZIONE PRELIEVO	FREQUENZA
Aggregato lapideo	Impianto di produzione	A richiesta della Direzione Lavori
Legante bituminoso	Cisterna di stoccaggio	Settimanale

CONTROLLI PERIODICI MISCELA		
STRATO	UBICAZIONE PRELIEVO	FREQUENZA
Usura	Impianto di produzione	Settimanale
Usura	Pavimentazione	Giornaliera o: ogni 6.000 q (binder, base) ogni 10.000 q (usura)
Legante bituminoso	Cisterna di stoccaggio	Settimanale

CONTROLLI PERIODICI SPESSORE		
STRATO	UBICAZIONE PRELIEVO	FREQUENZA
Usura	Pavimentazione	Ogni 200 m di fascia stesa

CONTROLLI PERIODICI CARATTERISTICHE SUPERFICIALI		
STRATO	UBICAZIONE PRELIEVO	FREQUENZA
Usura	Pavimentazione	A campione

5.7.5 Conglomerato bituminoso per strato di binder (cb 20) alto modulo

Descrizione

Lo strato di collegamento è costituito da una miscela di aggregati lapidei di primo impiego, bitume modificato, filler ed eventuali additivi. La miscela è prodotta a caldo, previo riscaldamento degli aggregati e del legante. La caratteristica principale di questo tipo di conglomerato è l'aumento della capacità portante della struttura stradale mediante una ripartizione dei carichi che favorisce una riduzione degli sforzi e delle conseguenti deformazioni sugli strati inferiori.

La miscela è prodotta a caldo, previo riscaldamento degli aggregati e del legante.

Le miscele impiegate dovranno essere qualificate in conformità alla direttiva CPR 305/2011 /CEE sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13108-1.

Caratteristiche dei materiali da impiegare

a) Aggregati

Costituiscono la struttura portante del conglomerato bituminoso e comprendono gli aggregati grossi, gli aggregati fini e l'aggregato filler.

I requisiti di accettazione degli aggregati lapidei impiegati, qualora non specificato diversamente, dovranno essere conformi alle seguenti prescrizioni:

- UNI EN 932-3 "Procedura e terminologia per la descrizione petrografica semplificata";
- direttiva Prodotti da Costruzione CPR 305/2011 CEE;
- ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13043 "Aggregati per miscele bituminose e trattamenti superficiali per strade, aeroporti ed altre aree soggette a traffico";
- norma UNI EN 932-1 "Metodi di campionamento degli aggregati", per il prelievo dei campioni da sottoporre ad analisi.

L'aggregato grosso appartiene alla classe granulometrica compresa tra $d > 2$ mm e $D \leq 45$ mm; non dovrà provenire da rocce scistose o degradate e dovrà essere costituito da ghiaie frantumate, pietrischetti e

graniglie naturali o artificiali privi di elementi in fase di alterazione. I materiali dovranno soddisfare i requisiti riportati nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE DELL'AGGREGATO GROSSO					
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13043)
Dimensione massima	UNI EN 933-1	D_{max}	mm	31,5	-
Requisito di granulometria	UNI EN 933-1	G_C	%		G_{C90-10}
Resistenza alla frammentazione	UNI EN 1097-2	LA	%	≤ 25	LA_{25}
Resistenza al gelo/disgelo	UNI EN 1367-1	F	%	< 1	F_1
Percentuale di superfici frantumate	UNI EN 933-5	C_c	%	≥ 50	$C_{50/30}$
Affinità ai leganti bituminosi	UNI EN 12697-11	-	%	> 95	-
Coefficiente di appiattimento	UNI EN 933-3	FI	%	< 15	FI_{15}
Qualità dei fini	UNI EN 933-9	MB_F	g/kg	≤ 10	MB_{F10}
Resistenza all'usura dell'aggregato grosso	UNI EN 1097-1	M_{DE}	-	≤ 20	M_{DE20}

L'aggregato fine appartiene alla classe granulometrica compresa tra $d > 0,063$ mm e $D < 2$ mm con denominazione GF 85; dovrà essere costituito da sabbie di frantumazione e privo di elementi in fase di alterazione, polvere o materiali estranei. È ammesso l'impiego di aggregati fini in frazione unica con dimensione massima $D = 4$ mm con denominazione GA 90.

Qualunque sia la loro provenienza o natura petrografica, i materiali dovranno soddisfare oltre ai requisiti dell'Allegato ZA della UNI EN 13043, i requisiti riportati nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE DELL'AGGREGATO FINE					
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13043)
Passante al setaccio 0,063	UNI EN 933-1	f	%	< 16	f_{16}
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	SE	%	> 70	-

L'aggregato filler appartiene alla classe costituita in prevalenza da particelle passanti al setaccio 0,063 mm e dovrà provenire preferibilmente dalla frantumazione di rocce calcaree. Possono essere utilizzati anche cemento, calce idrata, calce idraulica, polvere di roccia asfaltica e ceneri volanti.

Qualunque sia la provenienza o la natura petrografica, i materiali dovranno soddisfare oltre ai requisiti dell'Allegato ZA della UNI EN 13043, i requisiti riportati nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE DELL'AGGREGATO FILLER					
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13043)
Passante al setaccio 2 mm	UNI EN 933-10	-	%	100	-
Passante al setaccio 0,125 mm	UNI EN 933-10	-	%	da 85 a 100	-

Passante al setaccio 0,063 mm	UNI EN 933-10	-	%	da 70 a 100	-
Indice di plasticità	UNI CEN ISO/TS 1789-12	-	-	N.P.	-
Porosità del filler compattato secco (Ridgen)	UNI EN 1097-4	V	%	da 28 a 45	V _{28/45}
Palla anello (filler/bitume=1,5)	UNI EN 13179-1	$\Delta_{R\&B}$	%	> 8	$\Delta_{R\&B/16}$

Il possesso dei requisiti degli aggregati sarà verificato dalla Direzione Lavori in base ai valori riportati sugli attestati di conformità CE degli aggregati, relativi all'anno in corso. Gli attestati dovranno essere consegnati alla Direzione Lavori almeno 15 giorni prima dell'inizio dei lavori.

b) Legante

Per il confezionamento del conglomerato bituminoso per lo strato di collegamento 0-20 dovrà essere impiegato come legante bituminoso il bitume modificato ottenuto dalla fusione di bitume semisolido con polimeri che ne modificano la struttura chimica e le caratteristiche fisiche e meccaniche.

Il prelievo dei campioni da sottoporre ad analisi deve essere effettuato in conformità alla norma UNI EN 58-1 (Metodi di campionamento dei leganti bituminosi).

Il bitume modificato dovrà essere conforme alla Norma UNI EN 14023 e dovrà presentare le seguenti caratteristiche:

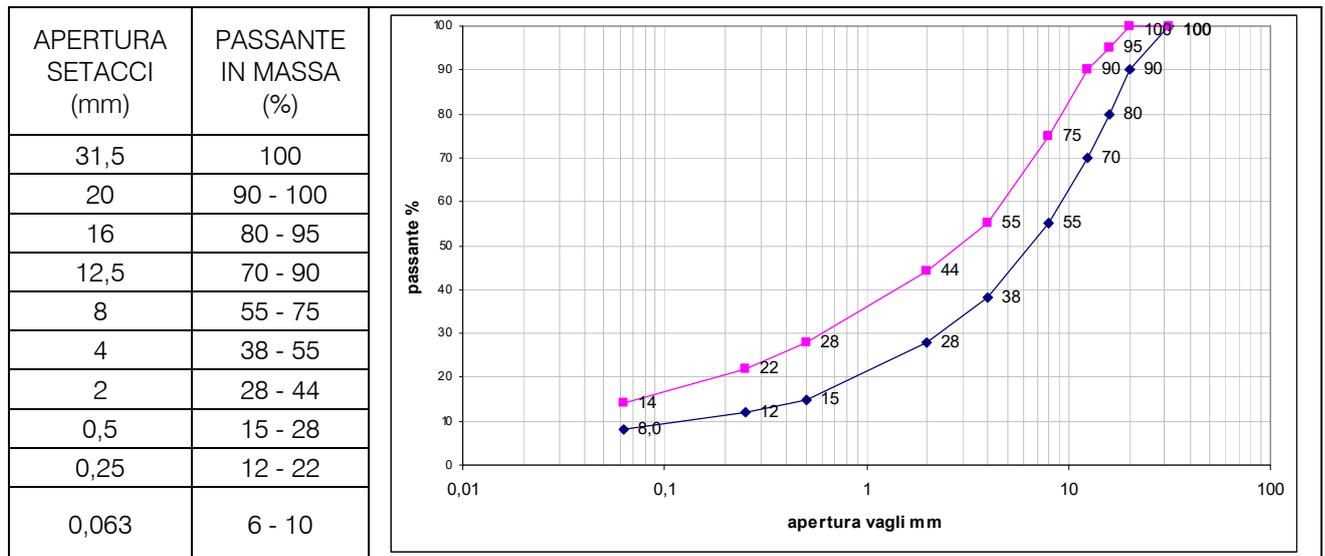
DETERMINAZIONE	Norme di riferimento	ALTO MODULO
		UNI EN 14023
Palla e anello (°C)	UNI EN 1427	20 - 50
Penetrazione (dmm)	UNI EN 1426	70 - 90
Ritorno elastico (%)	UNI EN 13398	≥ 80
Punto di rottura FRAAS (C°)	UNI EN 12593	≤ -12
Stabilità allo stoccaggio tuben test °C	UNI EN 13399	
Viscosità dinamica a 160 °C (Pa-sec)	UNI EN 13302	0,5 - 0,8
Valori dopo RTFOT - UNI EN 12607		
Penetrazione residua (%)	UNI EN 1426	≥ 30
Incremento del punto di rammollimento (°C)	UNI EN 1427	≤ 10

Ai fini dell'accettazione, almeno 15 giorni prima dell'inizio della posa in opera, l'Impresa è tenuta a predisporre la qualificazione del legante tramite certificazione attestante i requisiti prescritti. Tale certificazione deve essere rilasciata dal produttore o da un Laboratorio che opera per conto terzi.

c) Miscela

La miscela ottimale degli aggregati lapidei impiegati per il confezionamento del conglomerato bituminoso per lo strato di collegamento dovrà avere una composizione granulometrica, determinata in conformità alle norme UNI EN 933-1 e UNI EN 12697-2 utilizzando i setacci appartenenti al gruppo base più gruppo 2, compresa nei limiti del fuso riportato nella seguente tabella:

<p>COMPOSIZIONE GRANULOMETRICA (MISCELA PER LO STRATO DI COLLEGAMENTO ALTO MODULO)</p>
--



La miscela ottimale dovrà avere un contenuto minimo di legante secondo quanto riportato nella seguente tabella:

CONTENUTO MINIMO DI LEGANTE (MISCELA PER LO STRATO DI COLLEGAMENTO ALTO MODULO)					
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13108)
Contenuto di legante (riferito alla miscela)	UNI EN 12697-1 e 39	B_{min}	%	$\geq 4,8$	$B_{min4,8}$

Il legante contenuto nella miscela include il legante del conglomerato riciclato ed il bitume aggiunto e dovrà essere espresso in percentuale in massa rispetto alla miscela totale.

Il Produttore dovrà determinare la quantità ottimale di legante da impiegare in fase di qualifica della miscela da effettuare secondo il metodo Marshall o, in alternativa, secondo il metodo Volumetrico mediante pressa giratoria.

In base al metodo prescelto, le caratteristiche richieste per il conglomerato bituminoso da impiegare nello strato di binder dovranno essere conformi ai requisiti riportati nelle seguenti tabelle:

CARATTERISTICHE DELLA MISCELA PER LO STRATO DI COLLEGAMENTO ALTO MODULO (Metodo Marshall)					
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13108-1)
Minima stabilità	UNI EN 12697-34	S_{min}	kN	> 16	-
Quoziente (minimo)	UNI EN 12697-34	Q_{min}	kN/mm	$> 3,5$	$Q_{min3,5}$
Contenuto massimo di vuoti residui	UNI EN 12697-8 UNI EN 12697-6B UNI EN 12697-5A	V_{max}	%	< 7	V_{max7}

Contenuto minimo di vuoti residui	UNI EN 12697-8 UNI EN 12697-6B UNI EN 12697-5A	V_{min}	%	>3	V_{min3}
Sensibilità all'acqua	UNI EN 12697-12	<i>ITSR</i>	%	>75	<i>ITSR</i> ₈₀
Resistenza alla trazione indiretta a 25 °C	UNI EN 12697-23	<i>ITS</i>	N/mm ²	>1,5	-
<ul style="list-style-type: none"> • i provini per le misure di stabilità, quoziente e percentuale dei vuoti residui riportate dovranno essere confezionati presso l'impianto di produzione e/o all'atto della stesa e la temperatura di compattazione dovrà essere pari a 150°C ± 5°C; • la determinazione della stabilità viene eseguita a 60°C su 4 provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia; • il contenuto dei vuoti dovrà essere determinato in conformità alla norma UNI EN 13108-20. 					

CARATTERISTICHE DELLA MISCELA PER LO STRATO DI COLLEGAMENTO ALTO MODULO (Metodo volumetrico)						
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13108-1)	
Vuoti a 10 rotazioni	UNI EN 12697-5, 6, 8	$V_{10G_{min}}$	%	>10	$V_{10G_{min9}}$	
		$V_{10G_{max}}$	%	<14	-	
V_{min}		%	>3	$V_{min3,0}$		
V_{max}		%	<5	V_{max5}		
Vuoti a 180 rotazioni		V_{min}	%	>2	$V_{min2,0}$	
Modulo di rigidezza		UNI EN 12697-26	S_{min}	MPa	> 8 000	$S_{min7\ 800}$
Resistenza alla trazione indiretta a 25 °C		UNI EN 12697-23	<i>ITS</i>	N/mm ²	>1,5	-
Sensibilità all'acqua		UNI EN 12697-12	<i>ITSR</i>	%	>75	<i>ITSR</i> ₈₀
<p>CONDIZIONI DI PROVA (parametri della pressa giratoria):</p> <ul style="list-style-type: none"> • angolo di rotazione: 1,25° + 0,02°; • velocità di rotazione: 30 rotazioni/minuto; • pressione verticale: kPa 600; • diametro del provino: mm 150; • i requisiti di resistenza e di rigidezza saranno valutati su provini compattati a N design. <p>Nota: L'impresa è tenuta nello studio di formulazione della miscela a dichiarare il numero di rotazioni di progetto N_{design} tale da produrre la % di vuoti richiesta nelle presenti CSA. Nello studio di formulazione, il valore della densità risultante dalla misurazione geometrica della pressa giratoria deve essere corretto mediante un coefficiente $C = P_{vol}(\text{geometrico})/P_{vol}(\text{misurato})$ <i>I controlli, in opera, del materiale sciolto con pressa giratoria, verranno effettuati sulla base del numero di giri di progetto N_{design}</i></p>						

Su richiesta della Direzione Lavori, il Produttore dovrà determinare le caratteristiche prestazionali della miscela secondo i requisiti riportati nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE DELLA MISCELA PER LO STRATO DI COLLEGAMENTO ALTO MODULO

<i>(Requisiti prestazionali)</i>					
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13108-1)
Resistenza alla deformazione permanente	UNI EN 12697-25	f_{cmax}	$\mu\text{m/m/n}$	<0,8	$f_{cmax0,8}$
<i>In alternativa</i>					
<ul style="list-style-type: none"> Per evitare la duplicazione di specifiche ("eccesso di specifiche") non dovranno essere determinati entrambi i requisiti. Le densità di riferimento delle miscele analizzate dovranno corrispondere a quelle della compattazione Marshall a 75 colpi per faccia o della compattazione volumetrica, con pressa giratoria a 180 giri. 					

Studio della miscela in laboratorio

L'Appaltatore dovrà presentare alla Direzione Lavori, almeno 15 giorni prima dell'inizio della posa in opera e per ciascun impianto di produzione, la composizione delle miscele che intende adottare; ciascuna composizione proposta deve essere corredata da una completa documentazione in base ai valori riportati sugli attestati di conformità CE delle miscele.

Non saranno ammesse variazioni sulla composizione ottimale della miscela validata ed accettata dalla Direzione Lavori, eccedenti le tolleranze massime riportate nella tabella seguente:

TOLLERANZE AMMESSE RIFERITE ALLA COMPOSIZIONE OTTIMALE VALIDATA MISCELA PER LO STRATO DI COLLEGAMENTO ALTO MODULO	
MATERIALE COSTITUENTE	TOLLERANZE AMMESSE
Aggregato grosso (trattenuto al setaccio 2mm)	$\pm 5\%$
Aggregato fine (passante al setaccio 2mm e trattenuto al setaccio 0,063mm)	$\pm 3\%$
Aggregato filler (passante al setaccio 0,063mm)	$\pm 2\%$
Legante (riferito alla miscela)	$\pm 0,3\%$

Il legante contenuto nella miscela include il legante del conglomerato riciclato ed il bitume aggiunto e dovrà essere espresso in percentuale in massa rispetto alla miscela totale.

La Direzione Lavori si riserva, in ogni caso, di approvare i risultati prodotti dall'Impresa o di fare studiare diverse formulazioni dell'impasto.

L'approvazione non ridurrà comunque la responsabilità dell'Appaltatore relativa al raggiungimento dei requisiti finali dei conglomerati in opera.

Confezione della miscela

Il conglomerato sarà confezionato mediante impianti fissi automatizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti ed efficienti in ogni loro parte. Gli impianti dovranno comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare miscele del tutto rispondenti a quelle di progetto.

Possono essere impiegati anche impianti continui (tipo drum-mixer) purchè il dosaggio dei componenti la miscela sia eseguito a peso mediante idonee apparecchiature la cui efficienza deve essere costantemente controllata. L'impianto deve comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare le miscele rispondenti a quelle indicate nello studio presentato ai fini dell'accettazione.

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 possono compromettere la pulizia degli aggregati. Inoltre, i cumuli delle diverse classi di inerte dovranno essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento nei predosatori dovrà eseguirsi con la massima cura. Si farà uso di almeno 4 classi di aggregati con predosatori in numero corrispondente alle classi impiegate.

La produzione di ciascun impianto non dovrà essere spinta oltre la sua potenzialità per garantire il perfetto essiccamento dell'aggregato; una perfetta vagliatura dovrà assicurare una idonea riclassificazione delle singole classi di inerte; dovrà essere garantito l'uniforme riscaldamento della miscela. Resta pertanto escluso l'uso di impianto a scarico diretto.

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 25-30 secondi.

L'umidità degli aggregati all'uscita dell'essiccatore non dovrà di norma superare lo 0,5%.

La temperatura degli aggregati all'atto della mescolazione dovrà essere compresa tra 160 e 180 °C, quella del legante tra 150 e 180° C, salvo diverse disposizioni della Direzione Lavori in rapporto al tipo di bitume impiegato.

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

Preparazione delle superfici di stesa

Prima della realizzazione dello strato è necessario preparare la superficie di stesa allo scopo di garantire una adeguata adesione all'interfaccia mediante l'applicazione di emulsioni bituminose cationiche a rottura rapida con il 60% di bitume residuo (designazione secondo UNI EN 13808:2005: C 60 B 4).

Il dosaggio del materiale da impiegare varia a seconda che l'applicazione riguardi la costruzione di una nuova sovrastruttura oppure un intervento di manutenzione. Nel caso di nuove costruzioni il dosaggio dell'emulsione deve essere tale che il bitume residuo risulti pari a 0,30 Kg/mq; qualora il nuovo strato venga realizzato sopra una pavimentazione esistente o precedentemente fresata il dosaggio dell'emulsione deve essere tale che il bitume residuo risulti pari a 0,40 Kg/mq.

Le caratteristiche del materiale da impiegare sono riportate nella tabella seguente:

PARAMETRO	METODO DI PROVA	VALORI	CLASSE (UNI EN 13808)
Polarità	UNI EN 1430	positiva	2
Contenuto di acqua	UNI EN 1428	40 (+/- 1%)	-
Contenuto di bitume	UNI EN 1428	60 (+/- 1%)	5
Indice di rottura	UNI EN 12850	70 - 130	4

Prima della stesa della mano d'attacco l'Impresa dovrà rimuovere tutte le impurità presenti e provvedere alla sigillatura di eventuali zone porose e/o fessurate mediante l'impiego di una malta bituminosa sigillante.

Posa in opera della miscela

La miscela bituminosa verrà stesa sul piano finito dopo che sia stata accertata dalla Direzione Lavori la rispondenza di quest'ultima ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza prescritti dalla Direzione Lavori.

Il piano di posa dovrà risultare perfettamente asciutto, pulito, scevro di polveri e privo di residui di qualsiasi natura.

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

La posa in opera dei conglomerati bituminosi verrà effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici dei tipi approvati dalla Direzione Lavori, in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di auto-livellamento. Le vibrofinitrici dovranno comunque lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti a segregazione 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.

Qualora ciò non sia possibile, il bordo della striscia già realizzata dovrà essere spalmato con emulsione bituminosa cationica per assicurare la saldatura della striscia successiva. Se il bordo risulterà danneggiato o arrotondato si dovrà procedere al taglio verticale con idonea attrezzatura.

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

La sovrapposizione dei giunti longitudinali deve essere programmata e realizzata in maniera che essi risultino sfalsati di almeno 20 cm rispetto a quelli dello strato sottostante e non cadano mai in corrispondenza delle due fasce della corsia di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti.

La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa, controllata immediatamente dietro la finitrice, dovrà risultare in ogni momento non inferiore a $160^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$. La temperatura esterna non dovrà mai essere inferiore ai 5°C .

Nel caso in cui il tempo percorso tra impianto di produzione e stesa sia maggiore a 90 minuti sarà necessario verificare che la temperatura all'impianto e alla stesa rimanga entro valori approvati dalla Direzione Lavori.

La stesa dei conglomerati dovrà essere sospesa quando le condizioni meteorologiche generali potranno 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 dei rulli gommati o vibranti gommati con l'ausilio di rulli a ruote metalliche, tutti in numero adeguato ed aventi idoneo peso e caratteristiche tecnologiche avanzate, in modo da assicurare il raggiungimento delle massime densità ottenibili.

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

La superficie degli strati, a seguito di costipamento, dovrà presentarsi priva di irregolarità, ondulazioni e segregazione degli elementi di maggiori dimensioni.

Controllo dei requisiti ed accettazione delle lavorazioni

Il controllo della qualità del conglomerato bituminoso e della sua posa in opera deve essere effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali costituenti, sulla miscela, sulle carote estratte dalla pavimentazione e con prove in situ. I prelievi di conglomerato bituminoso dalla sede stradale dovranno essere eseguiti in zone significative della pavimentazione, evitando campionature ai margini della strada o in prossimità dei giunti. Le prove devono essere eseguite da un Laboratorio indicato dalla Direzione Lavori, riconosciuto dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti.

Ogni prelievo deve essere costituito da due campioni; un campione viene utilizzato per i controlli presso un Laboratorio riconosciuto dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, l'altro resta a disposizione per eventuali accertamenti e/o verifiche tecniche successive.

Sui materiali costituenti devono essere verificate le caratteristiche di accettabilità secondo la norma UNI EN 13043.

Sulla miscela vengono determinate: la percentuale di bitume, la granulometria degli aggregati, la quantità di attivante d'adesione (se presente) e vengono inoltre controllate le caratteristiche di idoneità mediante metodo volumetrico o metodo Marshall.

Dopo la stesa la Direzione Lavori preleverà delle carote per il controllo delle caratteristiche del conglomerato e la verifica degli spessori.

Lo strato della pavimentazione dovrà essere realizzato nel rispetto degli spessori e delle sagome di progetto e la superficie dello strato finito deve presentarsi, dopo la compattazione, priva di irregolarità ed ondulazioni.

Le caratteristiche che lo strato dovrà avere sono relative al requisito di addensamento della miscela, alle dimensioni (spessore) dello strato ed alle proprietà di aderenza della superficie.

Lo spessore dello strato verrà determinato, per ogni tratto omogeneo di stesa, facendo la media delle misure (quattro per ogni sezione) rilevate dalle carote estratte dalla pavimentazione, scartando i valori con spessore in eccesso, rispetto a quello di progetto, di oltre il 5%.

Per spessori medi inferiori a quelli di progetto verrà applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione del 2,5% del prezzo di elenco per ogni mm di materiale mancante.

Carenze superiori al 20% dello spessore di progetto comporteranno la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a spese dell'Impresa.

Le caratteristiche di addensamento della miscela in opera saranno determinate preferibilmente secondo il metodo del grado di compattazione o, in alternativa a scelta della Direzione lavori, secondo il metodo dei vuoti residui, in conformità con i requisiti riportati nelle seguenti tabelle:

ADDENSAMENTO DELLO STRATO DI COLLEGAMENTO (BINDER) (Grado di compattazione per confronto delle densità)			
REQUISITO	METODO DI PROVA	UM	VALORE LIMITE
Grado di addensamento (per ogni campione)	UNI EN 12697-6	%	≥ 95
Il grado di compattazione è il rapporto tra la densità della miscela compattata in opera e la densità della miscela compattata in laboratorio (Marshall o pressa giratoria a N_{design}) riferita allo stesso lotto/giorno di produzione (massimo addensamento teorico).			

ADDENSAMENTO DELLO STRATO DI COLLEGAMENTO (BINDER) (Vuoti residui del campione prelevato in opera)				
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE
Vuoti residui (massimo per ogni campione)	UNI EN 12697-8	V_{max}	%	< 7
Campione prelevato mediante carotaggio in conformità alla norma UNI EN 13108-27				

Per valori dei vuoti, determinati sulle carote, superiori a quelli previsti (ottenuti dalla miscela di progetto proposta dall'Impresa) verrà applicata una detrazione del 2,5% del prezzo di elenco per ogni 0,5% di vuoti in più, fino al valore massimo accettabile (per i vuoti in opera) del 12%.

Valori dei vuoti superiori al 12% comporteranno la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a spese dell'Impresa.

Le caratteristiche superficiali dello strato saranno determinate in conformità con i requisiti riportati nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE SUPERFICIALI DELLO STRATO DI COLLEGAMENTO (BINDER)			
REQUISITO	METODO DI PROVA	UM	VALORE LIMITE

Regolarità della superficie (regolo da mm 3000)	UNI EN 13036-7	mm	< 4
Resistenza di attrito radente (PTV)*	UNI EN 13036-4	-	≥ 55
Macrorugosità superficiale (HS)*	UNI EN 13036-1	mm	≥ 0,5
Coefficiente di aderenza trasversale (CAT)*	CNR BU 147/92	-	≥ 0,55
*Requisito da determinare in caso di diretto contatto con il traffico veicolare in un periodo di tempo compreso tra il sesto e il dodicesimo giorno di ultimazione della stesa.			

Qualora i valori di aderenza superficiale CAT e/o HS fossero inferiori alle soglie stabilite, fissati in 0,55 per CAT e 0,5 per HS, fino al raggiungimento di valori di CAT di 0,45 e di HS di 0,3 è prevista una penalizzazione del 15% sul prezzo dello strato bituminoso interessato. Al di sotto di tali valori l'Impresa dovrà provvedere alla demolizione e ricostruzione dello strato superficiale interessato a proprie spese.

Le detrazioni determinate per i diversi parametri di controllo saranno cumulate.

La Direzione Lavori procederà con l'esecuzione dei controlli periodici, a carico della Stazione Appaltante, secondo le modalità descritte nei piani dei controlli minimi di seguito specificati. La Direzione Lavori ha la facoltà di effettuare ulteriori accertamenti sui requisiti dei materiali e delle lavorazioni.

CONTROLLI PERIODICI MATERIALI COSTITUENTI		
MATERIALE	UBICAZIONE PRELIEVO	FREQUENZA
Aggregato lapideo	Impianto di produzione	A richiesta della Direzione Lavori
Legante bituminoso	Cisterna di stoccaggio	Settimanale

CONTROLLI PERIODICI MISCELA		
STRATO	UBICAZIONE PRELIEVO	FREQUENZA
Binder	Impianto di produzione	Settimanale
Binder	Pavimentazione	Giornaliera o: ogni 6.000 q (binder, base) ogni 10.000 q (usura)
Legante bituminoso	Cisterna di stoccaggio	Settimanale

CONTROLLI PERIODICI SPESSORE		
STRATO	UBICAZIONE PRELIEVO	FREQUENZA
Binder	Pavimentazione	Ogni 200 m di fascia stesa

5.7.6 Sigillatura di lesioni o giunti di strisciata

Gli interventi di sigillatura per chiudere le lesioni o microlesioni presenti sulla pavimentazione longitudinalmente o trasversalmente dovranno essere effettuati tempestivamente in modo da bloccare o contenere il fenomeno di rottura appena questo si manifesta, evitando così la veloce degradazione del tappeto, soprattutto nei casi di distacco del giunto longitudinale di strisciata.

Se le lesioni sono molto diffuse la D.L. dovrà effettuare una attenta valutazione economica per stabilire l'intervento più idoneo tra quelli elencati nel seguito.

5.7.6.1 Sigillatura con emulsione e sabbia

Le sigillature eseguite con emulsione e sabbia dovranno essere realizzate con emulsione acida al 55% e sabbia umida con granulometria continua da 0 a 5 mm.

Si dovrà porre particolare attenzione nell'impiego dell'emulsione il cui eccesso può provocare punti pericolosi per il traffico.

L'emulsione verrà distribuita con apposite vaschette dotate di ugello distributore o con attrezzature simili, previa soffiatura con aria compressa delle lesioni da sigillare. Seguirà lo spandimento della sabbia fino ad intasamento. Successivamente dovrà essere spazzata via la sabbia in eccesso.

Questo tipo di intervento può essere anche richiesto prima della stesa di un tappeto di rafforzamento quando il supporto presenta lesioni superficiali tali che non risulta conveniente realizzare interventi di sostituzione totale dello stesso supporto.

5.7.6.2 Sigillatura eseguita con bitume modificato e lancia termica

La sigillatura delle lesioni delle pavimentazioni eseguita con bitumi modificati colati a caldo dovrà essere effettuata con particolari idonee attrezzature in grado di effettuare operazioni di pulitura delle stesse lesioni per tutta la profondità e colatura del sigillante fino alla loro completa otturazione.

Si procederà innanzitutto alla apertura delle fessure mediante clipper per una larghezza ed una profondità di almeno 2 cm.

Con il getto di aria immesso nelle fessure per mezzo della lancia si dovrà procedere alla perfetta e profonda pulitura della lesione, alla eliminazione di eventuali tracce di umidità.

Il sigillante, costituito da bitume modificato come appresso specificato, uniformemente riscaldato alla temperatura di consistenza fluida sarà versato con apposito dispositivo nell'interno della lesione fino alla sua completa otturazione assicurando la saturazione di eventuali microlesioni superficiali ai bordi della stessa lesione con la creazione di una striscia continua della larghezza variabile da 2 a 5 cm.

Caratteristiche di verifica	U.M.	valori
-----------------------------	------	--------

densità a 25° C	g/cmc	1,0 - 1,04
penetrazione a 25° C	dmm	45 - 55
punto di rammollimento	° C	75 - 85
punto di rottura Fraass, min.	° C	< -18
duttilità a 25° C, min.	cm	> 100
ritorno elastico a 25° C	%	> 95
viscosità dinamica a 100° C	Pa • s	> 70
viscosità dinamica a 160° C	Pa • s	0,5 - 0,8

5.7.7 Miscele stabilizzate con cemento e bitume schiumato (o emulsione)

Le miscele stabilizzate con bitume schiumato e cemento sono costituite da aggregati vergini ovvero da materiali di riciclo della vecchia pavimentazione con quantità variabili di conglomerato bituminoso fresato che possono arrivare fino al 75%, da cemento e da bitume schiumato. In alternativa al bitume schiumato il legante bituminoso può essere inserito nella stessa miscela sotto forma di emulsione bituminosa. Queste miscele trovano impiego sia nella costruzione che negli interventi di manutenzione di pavimentazioni stradali ed aeroportuali.

5.7.7.1 Materiali costituenti e loro qualificazione

Inerti

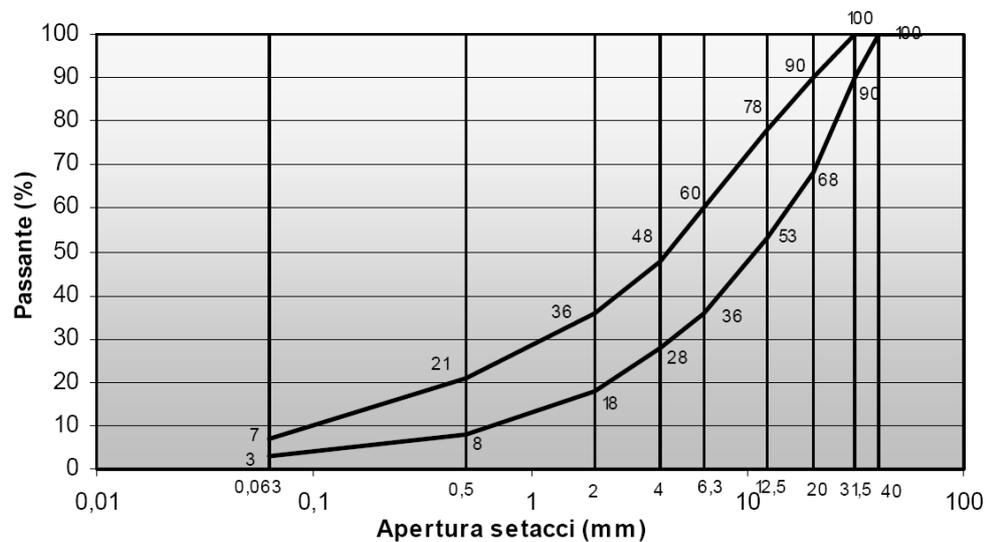
Sono in generale costituiti da materiali di riciclo di pavimentazioni stradali esistenti: conglomerato bituminoso fresato, misto cementato, misto granulare (fondazione stradale), tout venant eventualmente integrati con inerti vergini (di primo impiego). Non è escluso l'impiego di soli aggregati vergini. Nel caso in cui i materiali della vecchia pavimentazione abbiano inglobate sostanze plastiche (limi, argille) queste devono essere eliminate (sostituite con materiali idonei) ovvero preventivamente trattate con calce.

Qualora la granulometria degli inerti di riciclo si discosti dal fuso indicato nella Tabella A.1 la Direzione Lavori potrà ordinare l'integrazione mediante l'aggiunta di aggregati vergini di dimensioni e caratteristiche tali da riportare la curva granulometrica nel fuso richiesto.

Gli aggregati nuovi sono costituiti da elementi ottenuti dalla lavorazione di materiali naturali (rocce, aggregati naturali tondeggianti, aggregati naturali a spigoli vivi). Gli aggregati impiegati dovranno essere qualificati in conformità alla direttiva CPR 305/2011 /CEE sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13043.

Tab. A.1 – composizione granulometrica	
Apertura setacci	Passante in massa (%)

(mm)	
40	100
31,5	90-100
20	68-90
12,5	53-78
6,3	36-60
4	28-48
2	18-36
0,5	8-21
0,063	3-7



La designazione dell'aggregato grosso dovrà essere effettuata mediante le dimensioni degli stacci appartenenti al gruppo di base più gruppo 2 della UNI EN 13043. L'aggregato grosso potrà essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati nella Tabella A.2 .

Parametro	Metodo di prova	Valori richiesti	Categoria UNI EN 13043
Resistenza alla frammentazione (Los Angeles)	UNI EN 1097-2	≤ 25 %	LA ₂₅
Percentuale di particelle frantumate	UNI EN 933-5	100 %	C _{100/0}
Dimensione Max	UNI EN 933-1	40 mm	-
Passante allo 0,063	UNI EN 933-1	≤ 1 %	f ₁
Resistenza al gelo e disgelo	UNI EN 1367-1	≤ 1 %	F ₁

Il possesso dei requisiti elencati nella Tabella A.2 sarà verificato dalla Direzione Lavori in base ai valori riportati sugli attestati di conformità CE degli aggregati, relativi all'anno in corso. Gli attestati dovranno essere consegnati alla Direzione Lavori almeno 15 giorni prima dell'inizio dei lavori. Il sistema di attestazione della conformità è quello specificato all'art. 7, comma 1, lettera B, procedura 3, del DPR n. 246/93 (Sistema 4: autodichiarazione del produttore). Resta salva la facoltà del Direttore Lavori di verificare con controlli di accettazione i requisiti dichiarati dal produttore. Per i requisiti non dichiarati nell'attestato di conformità CE la Direzione Lavori richiederà la qualifica del materiale da effettuarsi presso uno dei laboratori di cui all'art. 59 del DPR n. 280/2001. Per i requisiti contenuti nella UNI EN 13043 la qualifica prevedrà sia le prove iniziali di tipo (ITT) che il controllo della produzione di fabbrica (FPC), come specificato dalla stessa UNI EN 13043.

Bitume schiumato

Il legante deve essere costituito da bitume semisolido per applicazioni stradali ottenuto dai processi di raffinazione del petrolio greggio appartenente alla classe di penetrazione 70/100, definita dalla UNI EN 12591. Le specifiche per il bitume ed i relativi metodi di prova sono indicate nella Tabella A.3.

Tab. A.3 – bitume			
Parametro	Normativa	Unità di misura	Valori richiesti
Penetrazione a 25 ° C	UNI EN 1426	dmm	70-100
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	° C	43-51
Punto di rottura (Fraass)	UNI EN 12593	° C	≤ - 8
Viscosità dinamica a 160 ° C	UNI EN 13702-2	Pas	< 0,20
Solubilità	UNI EN 12592	%	≥ 99
Valori dopo RTFOT (163 ° C)	UNI EN 12607-1		
Variazione di massa	UNI EN 12607-1	%	≤ 0,5
Penetrazione residua a 25 ° C	UNI EN 1426	%	≥ 46
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	° C	≥ 45
Incremento del punto di rammollimento	UNI EN 1427	° C	≤ 0,5

Le caratteristiche di espansione del bitume, determinate in un campo di temperatura (prima dell'espansione) variabile tra 170 e 190 °C e con percentuali di acqua compresa tra 1% e 4% in peso sul bitume, devono risultare:

- rapporto di espansione ≥ 20
- tempo di semitrasformazione (tempo in cui si dimezza l'espansione) ≥ 25 sec

Ai fini dell'accettazione, almeno 15 giorni prima dell'inizio della posa in opera, l'Impresa è tenuta a predisporre la qualificazione dell'emulsione tramite certificazione attestante i requisiti prescritti. Tale certificazione deve essere di norma rilasciata dal produttore o da un Laboratorio che opera per c/terzi.

Emulsione bituminosa

In alternativa al bitume schiumato il legante bituminoso può essere inserito sotto forma di emulsione bituminosa. Tale emulsione deve essere specifica per le stabilizzazioni con calce e/o cemento, cioè di bitume distillato, sovrastabilizzata, con le caratteristiche riportate nella Tabella A.4.

Tab. A.4 – emulsione bituminosa sovrastabilizzata			
Parametro	Normativa	Unità di misura	Valori richiesti
Contenuto d'acqua	UNI EN 1428	%	40±2
Contenuto di legante	UNI EN 1431	%	60±2
Omogeneità	UNI EN 1429	%	≤ 0,2
Sedimentazione a 7 gg	UNI EN 12847	%	≤ 10
pH (grado di acidità)	UNI EN 12850		2÷4

Cement mix	UNI EN 12848		< 2
Caratteristiche bitume estratto			
Penetrazione a 25 ° C	UNI EN 1426	dmm	35-36
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	° C	≥ 45
Punto di rottura (Fraass)	UNI EN 12593	° C	≤ - 8

Ai fini dell'accettazione, almeno 15 giorni prima dell'inizio della posa in opera, l'Impresa è tenuta a predisporre la qualificazione dell'emulsione tramite certificazione attestante i requisiti prescritti. Tale certificazione deve essere di norma rilasciata dal produttore o da un Laboratorio che opera per c/terzi.

Cemento

I cementi impiegati dovranno essere qualificati in conformità alla direttiva CPR 305/2011 /CEE sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 197-1. Saranno impiegati unicamente cementi della classe di resistenza 32.5N, dei seguenti tipi:

- CEM I – cemento Portland
- CEM III – cemento d'altoforno
- CEM IV – cemento pozzolanico

Acqua

Deve essere impiegata acqua pura ed esente da sostanze organiche, conforme alla norma UNI EN 1008.

5.7.7.2 Studio della miscela

Le percentuali ottimali di cemento, acqua e bitume schiumato ovvero emulsione bituminosa e dell'eventuale integrazione di inerti sono stabilite mediante uno specifico studio in laboratorio. Per una corretta valutazione delle caratteristiche del materiale esistente nel tronco stradale interessato dal trattamento devono essere eseguiti prelievi ogni 500 m, eventualmente intensificati in caso di disomogeneità. Sui campioni prelevati devono essere eseguiti analisi granulometriche (UNI EN 933-1) ed indice di plasticità (UNI CEN ISO/TS 17892-12) per stabilire la necessità di trattamento con calce e l'integrazione degli inerti. Per l'ottimizzazione della miscela (mix design) devono essere confezionati provini con differenti quantità (percentuali riferite al peso degli inerti) di bitume schiumato (o di emulsione bituminosa), cemento ed acqua, come indicato ai capoversi successivi costipati con pressa giratoria (UNI EN 12697-31) nelle seguenti condizioni di prova:

- Angolo di rotazione: $1.25^\circ \pm 0.02^\circ$
- Velocità di rotazione: 30 rotazioni al minuto
- Pressione verticale, kPa: 600
- Dimensioni provino, mm: 150
- n° giri: 180

- Peso campione: 4500 g comprensivo di bitume, cemento e acqua

Nel caso di bitume schiumato le percentuali dei costituenti (cemento, acqua, additivi ed eventuali aggiunte) dovranno essere determinate sulla base dei risultati ottenuti dalle analisi di provini confezionati secondo il metodo di compattazione con pressa giratoria secondo la norma UNI EN 12697-31 con contenuto variabile di cemento (1,5% - 2,0% - 2,5%), di bitume schiumato (2% - 3% - 4%) e di umidità (4% - 5% - 6%).

Nel caso di emulsione bituminosa le percentuali dei costituenti (cemento, emulsione bituminosa modificata, acqua, additivi ed eventuali aggiunte) dovranno essere determinate sulla base dei risultati ottenuti dalle analisi di provini confezionati secondo il metodo di compattazione con pressa giratoria secondo la norma UNI EN 12697-31 con contenuto variabile di cemento (1,5% - 2,0% - 2,5%), di emulsione bituminosa modificata (1,5% - 2,0% - 3,5%) e di umidità (4,5% - 5,5% - 6,5%).

Ferme restando le percentuali di cemento le altre percentuali possono variare in funzione della natura e della granulometria del materiale da trattare, in particolare della quantità di conglomerato bituminoso fresato presente nella miscela.

La miscela ottimale di conglomerato riciclato legato con bitume schiumato dovrà avere le caratteristiche conformi ai requisiti riportati nella tabella seguente:

Caratteristiche Della miscela di riciclato legato con bitume schiumato				
Requisito	Metodo di prova	Simbolo	Unità di misura	Valore limite
Resistenza a trazione indiretta	UNI EN 12697-23	ITS	MPa	> 0,35
Modulo di rigidezza	UNI EN 12697-26 (C)	Sm	MPa	> 3000
Resistenza a compressione	UNI EN 13286-41	Rc	MPa	da 2,5 a 4,5
I provini dovranno essere sottoposti a maturazione per 72 ore a 40°C e provati a 20°C (dopo termostatazione di 4 ore a 20°C).				

La resistenza a trazione indiretta dopo imbibizione deve risultare almeno il 70% di quella ottenuta su provini non immersi in acqua.

L'Impresa è tenuta a presentare alla Direzione Lavori, almeno 15 giorni prima dell'inizio dei lavori e per ogni cantiere di produzione, la composizione delle miscele che intende adottare; ogni composizione proposta deve essere corredata da una completa documentazione degli studi effettuati. Una volta accettata dalla Direzione Lavori la composizione granulometrica di progetto, non saranno ammesse variazioni delle singole percentuali dei trattenuti di ± 10 per gli inerti riciclati, di ± 5 per gli aggregati di integrazione. Per la percentuale di bitume schiumato ovvero di emulsione bituminosa (determinata per differenza tra la quantità di legante complessivo e la quantità di bitume contenuta nel fresato) non deve essere tollerato uno scostamento da quella di progetto di $\pm 0,25$. Tali valori dovranno essere soddisfatti dall'esame delle miscele prelevate al momento della stesa, come pure dall'esame delle carote prelevate in sito.

5.7.7.3 Confezione posa in opera delle miscele

La stabilizzazione con cemento e bitume schiumato, ovvero emulsione bituminosa, può essere realizzata mediante un "treno" di riciclaggio costituito da: fresa, macchina stabilizzatrice (pulvimixer tale da frantumare i grumi del conglomerato fresato e miscelare omogeneamente cemento, bitume o emulsione), autobotte per il legante bituminoso, autobotte per l'acqua, livellatrice e almeno n 2 rulli. Subito dopo la miscelazione si deve procedere al livellamento della miscela ed alla compattazione mediante l'impiego di un rullo vibrante di peso > 18 ton con controllo di frequenza e di ampiezza di vibrazione e di un rullo gommato di carico statico > 25 ton. 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. In alternativa all'impianto di riciclaggio semovente, per la confezione delle miscele potrà essere utilizzato un impianto mobile da installare in cantiere. L'impianto deve comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare le miscele rispondenti a quelle indicate nello studio presentato ai fini dell'accettazione. In questo caso la stesa viene effettuata con macchina vibrofinitrice cui segue la compattazione come nel caso del treno di riciclaggio. Il trattamento di stabilizzazione deve essere sospeso con temperatura dell'aria inferiore ai 5 °C e comunque quando le condizioni meteorologiche generali possono pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro.

5.7.7.4 Controlli

Il controllo della qualità degli strati stabilizzati con cemento e bitume schiumato o emulsione bituminosa e deve essere effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali costituenti, sulla miscela, sulle carote estratte dalla pavimentazione e con prove in situ. L'ubicazione dei prelievi e la frequenza delle prove saranno a discrezione della Direzione Lavori. Sui materiali costituenti devono essere verificate le caratteristiche di accettabilità. Sulla miscela vengono determinate: la percentuale di bitume (per differenza tra la quantità di legante complessivo e la quantità di bitume contenuta nel fresato), la percentuale d'acqua, la granulometria degli aggregati (riciclati e di integrazione). Su provini confezionati direttamente in cantiere con pressa giratoria vengono eseguite prove di resistenza a trazione indiretta (UNI EN 13286-42) e modulo di rigidità per trazione indiretta (UNI EN 12697-26).

Per le caratteristiche della miscela i valori misurati in opera non dovranno essere inferiori al 90% rispetto a quelli ottimali determinati mediante studio preliminare approvato dalla Direzione Lavori. Lo strato di fondazione costituito dalla miscela di conglomerato riciclato legato con bitume schiumato dovrà avere le caratteristiche di portanza conformi ai requisiti riportati nella seguente tabella:

Caratteristiche di portanza dello strato di fondazione (miscela per il conglomerato riciclato con bitume schiumato)				
Requisito	Metodo di prova	Simbolo	Unità di misura	Valore limite
Modulo di deformazione (con rapporto $E_{v2} / E_{v1} < 2,15$)	DIN 18134	E_{v2}	MPa	> 130

Le caratteristiche di addensamento della miscela in opera saranno determinate preferibilmente secondo il metodo del grado di compattazione o, in alternativa a scelta della Direzione lavori, secondo il metodo dei vuoti residui, in conformità con i requisiti riportati nella seguente tabella:

Addensamento dello strato di fondazione in conglomerato riciclato legato con bitume schiumato (Grado di compattazione per confronto delle densità)			
Requisito	Metodo di prova	Unità di misura	Valore limite
Grado di addensamento (per ogni campione)	UNI EN 12697-6	%	> 95
Grado di addensamento (media dei campioni)	UNI EN 12697-6	%	≥ 98
Il grado di compattazione è il rapporto tra la densità della miscela compattata in opera e la densità della miscela compattata in laboratorio riferita allo stesso lotto/giorno di produzione (massimo addensamento teorico).			

Le carote prelevate dallo strato per la determinazione delle caratteristiche in opera dovranno avere diametro di mm 150.

Lo strato della fondazione dovrà essere realizzato nel rispetto degli spessori e delle sagome di progetto e la superficie finale dovrà presentarsi in qualunque direzione priva di irregolarità ed ondulazioni. Le caratteristiche che lo strato dovrà avere sono relative al requisito di addensamento della miscela ed alle dimensioni (spessore) dello strato.

5.8 PAVIMENTAZIONI IN AUTOBLOCCANTI

Pavimentazione realizzata con lastre autobloccanti in calcestruzzo vibro-compresso tipo modello EMOTION di FAVARO1 in doppio strato, con lo strato di usura avente uno spessore minimo 4 mm costituito da una miscela di aggregati di quarzo selezionato per conferire ottimali prestazioni della superficie di calpestio.

Il Quartz Color System è un sistema di produzione che si basa sull'unione di uno speciale impasto ad un caratteristico processo produttivo. L'impasto prevede un'introduzione di una certa quantità di quarzo per aumentare le prestazioni fisico-chimiche del prodotto e allo stesso tempo ne esalti le performance tecniche. Lo speciale processo produttivo crea invece una determinata impermeabilità tra l'elemento trattato e l'esterno, permettendo una pulizia agevolata della pavimentazione e una riduzione delle macchie rispetto ad un prodotto non trattato Quartz Color System.

I colori resistono nel tempo in maniera più tenace esaltando il design della pavimentazione.

Caratteristiche fisico meccaniche secondo la norma UNI EN 1339: dimensioni nominali 325x325/325x545/325x435/325x215 mm, spessore nominale 80 mm, tolleranza sullo spessore nominale ± 3 mm, resistenza caratteristica a flessione =3,5 MPa, carico di rottura minimo a flessione =5,6 MPa, resistenza all'abrasione =20 mm, assorbimento di acqua =6%, resistenza media al gelo/disgelo in presenza di sali =1,00 kg/m², resistenza allo scivolamento/sdruciolio soddisfacente.

Classificazione antisdruciolio R13 secondo DIN 51130, classificazione antiscivolo C secondo DIN 51097, conforme ai requisiti di antisdruciolio di cui al DM 14/06/1989 n.236 per pavimentazioni esterne.

Caratteristiche di sostenibilità ambientale: assenza di amianto, aggiunta di biossido di titanio (solo per colori a base bianca): trattasi di una nuova classe di materiali prodotta con BIOTANIO®, impasto di ultima generazione studiato nei nostri laboratori è in grado di ridurre i composti organici (sporcizia, depositi dell'inquinamento e microorganismi) che possono depositarsi sul prodotto.

Il BIOTANIO® rende i manufatti autopulenti e antibatterici. Contenuto di materiale riciclato secondo DM 11/01/2017 =5%, indice di riflettanza solare SRI (per materiale grigio o colori a base bianca) secondo ASTM E1980 =29.

Posta in opera secondo le modalità indicate dalla norma UNI 11241 su massicciata approntata in funzione del tipo di traffico previsto e dello stato del suolo naturale sulla base delle indicazioni del "Catalogo per il dimensionamento delle pavimentazioni in ambito urbano" edito da Assobeton, 2005.

5.9 CORDOLI IN CALCESTRUZZO

I cordoli saranno realizzati direttamente in opera mediante estrusione da idonea cordolatrice meccanica e potranno essere realizzati in conglomerato sia bituminoso che cementizio, tipo II, con $R_{ck} = 30$ MPa, previa mano di ancoraggio con emulsione bituminosa.

I cordoli in calcestruzzo saranno finiti dopo maturazione con una mano di emulsione bituminosa.

I cordoli a protezione della banchina in terra saranno eseguiti contemporaneamente alla pavimentazione dalla macchina finitrice, avranno sezione trapezoidale con basi di 8 e 5 cm ed altezza media di 4 cm, oppure con basi di 10 e 5 cm ed altezza media di 6 cm.

Cordoli realizzati in opera

Per questa tipologia, si dovrà procedere al prelievo di campioni di calcestruzzo con una frequenza e quantità, da soddisfare le indicazioni riportate ai punti 5.5.1, 5.5.4 e seguenti della sezione "calcestruzzi" del presente Capitolato.

Cordoli prefabbricati

Ogni partita dovrà essere accompagnata dai corrispondenti certificati attestanti la qualità dei materiali utilizzati per la loro realizzazione, nonché la certificazione attestanti le dimensioni dell'elemento.

Ciascuna partita di 100 elementi prefabbricati non potrà comunque essere posta in opera, fino a quando non saranno noti i risultati positivi della resistenza del conglomerato costituente la partita, mediante il prelievo di 4 provini.

Nel caso che la resistenza sia inferiore a 30 MPa, la partita sarà rifiutata e dovrà essere allontanata dal cantiere.

Tali elementi verranno posati su un letto di calcestruzzo magro, ed attestati, lasciando tra le teste contigue lo spazio di 0.5 cm, che verrà riempito di malta cementizia dosata a 350 kg/m³ di sabbia.

5.10 FORNITURA E POSA DI GRIGLIA COMPOSITA FLESSIBILE PER IL RINFORZO DEI CONGLOMERATI BITUMINOSI

Fornitura e posa di griglia composita flessibile per il rinforzo dei conglomerati bituminosi.

La griglia composita dovrà essere fornita e posata in accordo con le indicazioni progettuali e le istruzioni di posa fornite dal produttore. Si dovranno considerare sovrapposizioni di circa 15 cm tra rotoli adiacenti e di circa 25 cm all'estremità del rotolo. La griglia di rinforzo dovrà essere realizzata in fibre di poliestere ad elevato modulo e basso creep ed essere saldamente accoppiata ad un geotessile non tessuto ultraleggero in polipropilene, avente peso unitario non superiore a 30 gr/m². Il non tessuto non dovrà presentare cuciture all'interno della maglia della griglia per evitare ostacoli che impediscano l'incastro tra gli strati di asfalto; a tale fine la resistenza al punzonamento del non-tessuto sul prodotto finito non dovrà essere maggiore di 0,14 Kn secondo la norma NF G 38-019. La griglia composita dovrà essere totalmente impregnata con un rivestimento bituminoso avente un contenuto di bitume non inferiore al 60%. La resistenza al taglio sulla superficie di una carota di 150 mm, con la griglia interposta tra due strati di conglomerato bituminoso deve essere di almeno 15 kN secondo la prova ZTV Stra 91/Erg.96 tedesca per le costruzioni stradali. Tale caratteristica dovrà essere certificata da un laboratorio di prove indipendente autorizzato.

La griglia di rinforzo deve essere idonea ad essere impiegata sulle superfici scarificate dalla finitrice. La griglia dovrà possedere le seguenti caratteristiche tecniche:

- Resistenza a trazione minima (long./trasv): 50/50 kN/m (EN ISO 10.319);
- Deformazione massima a 50 kN/m (long./trasv): 12/12% (EN ISO 10.319);
- Resistenza residua dopo prova di danneggiamento meccanico durante la posa: 70% (EN ISO 10.722-1);
- Tensione sviluppata al 3% di allungamento (long./trasv) 12/12 kN/m (EN ISO 10.319);
- Resistenza della griglia alle temperature di posa: 190°C;
- Dimensione della maglia: 40x40 mm;
- Resistente ai solventi ed ai prodotti antigelo.

Il produttore della griglia dovrà presentare i seguenti certificati rilasciati da laboratori accreditati:

- Prove di trazione sul prodotto finito in accordo con la norma EN ISO 10.319;
- Prove di resistenza residua al danneggiamento meccanico in accordo con la norma EN ISO 10.722-1.

La possibilità di fresare il conglomerato bituminoso rinforzato con la griglia dovrà essere dimostrata con prove realizzate da un istituto indipendente.

Il produttore dovrà presentare un certificato di prova di trazione, rilasciato da un laboratorio accreditato per i

geosintetici secondo la normativa UNI EN ISO 10319, per ogni lotto di produzione fornito. In mancanza di questi certificati, l'impresa appaltante dovrà far eseguire da un laboratorio accreditato, con le stesse modalità, le prove di trazione su campioni prelevati in cantiere dietro indicazione ed in presenza della Direzione Lavori per la prima fornitura di materiale fino a 5.000 m². Oltre questa quantità, e per ogni fornitura successiva di geogriglia, per lotti singoli fino a 10.000 m², l'impresa dovrà presentare un ulteriore certificato di prova di trazione. Il prelievo e l'onere delle prove saranno a carico dell'impresa appaltante, che dovrà mettere a disposizione i mezzi necessari ed il personale idoneo ad effettuare tali operazioni.

Il produttore dovrà rilasciare una dichiarazione di conformità sul materiale fornito attestante le caratteristiche tecniche richieste, il nome dell'impresa appaltante e l'indirizzo del cantiere.

Ogni rotolo dovrà avere un'etichetta identificativa secondo la norma UNI EN ISO 10320 con relativo codice del lotto di produzione del materiale fornito.

La produzione della griglia composita dovrà essere realizzata da aziende certificate EN ISO 9001:2000.

La griglia composita dovrà essere approvata dalla Direzione Lavori, alla quale l'impresa dovrà presentare le certificazioni richieste per avallare la rispondenza a requisiti minimi, pena ritiro immediato del materiale dal cantiere e, se si rendesse necessario, demolizione delle opere costruite a totale carico ed onere dell'impresa.

5.11 OPERE IDRAULICHE E FOGNATURE

5.11.1 Tubazioni per fognatura

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

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

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

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

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

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

5.11.1.1 Tubazioni in polietilene ad alta densità

L'accettazione delle condotte in polietilene ad alta densità da parte della Direzione Lavori é subordinata alla completa osservanza della normativa UNI al riguardo e precisamente UNI 7054-72, UNI 7611, UNI 7612, UNI 7613, UNI 7615; l'inosservanza anche di una sola delle specifiche contenute nella precitata normativa e di ogni ulteriore prova e collaudo richiesto dalla Direzione Lavori comporterà il totale rigetto della fornitura da parte di quest'ultima senza che l'appaltatore abbia diritto a risarcimento alcuno.

Le condotte inoltre dovranno essere obbligatoriamente contrassegnate con il marchio di conformità IIP di proprietà dell'Ente Nazionale Italiano di Unificazione UNI gestito dall'Istituto Italiano dei Plastici giuridicamente riconosciuto con D.P.R. n. 120 del 1/2/1975. Le condotte potranno essere dei tipi:

- 312-UNI 7611/7615 per condotte in pressione e 303 UNI 7613/7615 per condotte di scarico interrate e per fognature. Qualora a seguito di calcoli di verifica e delle condizioni di posa il tipo 303 si dimostrasse fisicamente insufficiente esso potrà essere sostituito con un pari diametro nominale della classe 312 e di adeguato spessore.

L'appaltatore si impegna a dimostrare, con dettagliate relazioni tecniche da sottoporre alla Direzione Lavori, le caratteristiche delle sollecitazioni cui le condotte saranno sottoposte in opera ed in fase di assemblaggio.

In caso di posa subacquea le condotte dovranno obbligatoriamente essere idoneamente appesantite in modo tale da controbilanciare abbondantemente la spinta idrostatica e resistere ad eventuali correnti ortogonali all'asse delle stesse; dovranno inoltre essere poste in una trincea ricavata nel fondo del corpo idrico da attraversare e quindi ricoperte con uno strato di terreno ben compatto di almeno 50 cm di spessore.

La giunzione fra i vari tubi in p.e.a.d. dovrà essere fatta con saldatura testa a testa secondo le modalità della DIN 16932 e le specifiche dell'Istituto Olandese per la saldatura: IIW-XVI "Procedure qualification for Welding of h.d. PE" 71/E; in casi particolari saranno autorizzate, previa presentazione dei relativi disegni e dimensionamenti, giunzioni di tipo flangiato e plastificate; in ogni caso la superficie interna della tubazione nella zona di saldatura dovrà essere perfettamente liscia e non presentare protuberanze o sbavature di sorta.

In principio i pozzetti dovranno essere ricavati da tubazioni in p.e.a.d. e non da lastre saldate, ma per la loro messa in opera la Direzione Lavori si riserva il giudizio definitivo ed insindacabile.

Per tutto quanto non esplicitamente espresso nel presente articolo si rimanda alla normativa nazionale ed internazionale vigente valendo a parità di condizioni quelle maggiormente restrittive.

5.11.1.2 Tubazioni in cemento armato centrifugato o turbocentrifugato

Dovranno essere confezionati con calcestruzzo a 4,00 qli/mc di cemento di tipo 425 alto forno o ferrico pozzolanico o 525, centrifugati o turbocentrifugati, ben stagionati, ben compatti, levigati, lisci, perfettamente rettilinei, a sezione interna esattamente circolare, di spessore uniforme e scevri da screpolature, e dovranno

essere conformi alle norme DIN 4032. Saranno completi di giunto a bicchiere con anelli al neoprene della durezza di 50÷60 Shore per la perfetta tenuta.

Le superfici interne dovranno essere perfettamente lisce. La fattura dei tubi dovrà essere pure compatta, senza fessure e uniforme. Il ghiaietto del calcestruzzo dovrà essere così intimamente mescolato con la malta, che i grani dovranno rompersi sotto l'azione del martello senza staccarsi dalla malta. I tubi saranno armati con gabbie elettrosaldate ed avranno spessore minimo pari a DN/10 e comunque dovranno avere le caratteristiche tali da poter sopportare i carichi ai quali dovranno essere assoggettati. L'impresa dovrà fornire alla Direzione Lavori i vari certificati di prove eseguiti sia in fabbrica che in cantiere.

Le tubazioni dovranno essere tali da garantire il rispetto delle prescrizioni contenute nell'allegato 4 dei "Criteri, metodologie e norme tecniche generali" di cui all'art. 2, lettere b), d), e), della Legge 10 maggio 1976 n. 319, recante norme per la tutela delle acque dall'inquinamento.

Se richieste e su giudizio insindacabile della D.L. l'impresa dovrà presentare le analisi chimiche del conglomerato cementizio e del tipo di cemento impiegato per la costruzione dei condotti redatte da un Istituto di ricerca autorizzato a tale scopo.

Prescrizioni tecniche per i tubi in cemento armato

I tubi in cemento armato dovranno rispondere in tutto alle seguenti tassative disposizioni: in particolare per potersi definire "armato" un tubo in calcestruzzo deve avere due serie di ferri disposti come segue:

- a) cerchi saldati disposti ad intervalli regolari o eliche;
- b) generatrici, barre diritte, continue o saldate, lunghe quanto il tubo e disposte ad intervalli regolari.

Caratteristiche costruttive.

- a) Processo di fabbricazione dei tubi

I tubi dovranno essere fabbricati in officine o cantieri debitamente attrezzati, con procedimento atto a garantire il costante raggiungimento dei requisiti in tutti i manufatti prodotti; a tal fine, tutte le operazioni che compongono il processo di lavorazione dovranno essere ripetute secondo uno schema prestabilito e ben precisato. I getti saranno tolti dalle forme solo quando il conglomerato sia in grado di superare agevolmente le sollecitazioni conseguenti.

La stagionatura potrà avvenire entro vasche di acqua a temperatura non inferiore a 10° C e per un periodo di tempo non inferiore a 6 giorni oppure, specie per i tubi di grande diametro, sistemati in posizione verticale, con continua aspersione d'acqua.

Ovvero si potrà adottare il trattamento a vapore: i periodi ed i sistemi di stagionatura dovranno essere precisati in sede di offerta. L'impianto di stagionatura dovrà essere attrezzato in modo da garantire il costante rispetto del trattamento programmato.

- b) Marchi

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

- nome del fabbricante o marchio di fabbrica;
- numero progressivo di fabbricazione;
- data della produzione del tubo;
- diametro nominale.

c) Inerti, cemento, acqua

Gli inerti dovranno essere tali da assicurare la migliore resistenza contro possibili corrosioni chimiche e meccaniche da parte delle acque convogliate: per tale ragione nell'offerta dovrà essere chiaramente specificata la natura e provenienza dei cementi e degli inerti (cemento d'alto forno, cemento pozzolanico, inerti silicei).

Gli inerti dovranno essere perfettamente lavati, di granulometria assortita, almeno di tre granulometrie (per es. da 0 a 3 mm, da 3 a 7 mm e sopra i 7 mm) con l'avvertenza che la dimensione massima non sarà mai superiore a 1/4 dello spessore del tubo e comunque non maggiore di 25 mm. La loro composizione granulometrica dovrà essere tale cioè da consentire la massima compattezza del getto.

L'acqua dovrà essere limpida, non contenere acidi o basi in percentuale dannosa e dosata in modo da ottenersi un impasto piuttosto asciutto.

d) Armature metalliche

L'armatura metallica trasversale sarà costituita da tondi piegati ad anelli, ovvero avvolti in semplice o doppia spirale e collegati da barre longitudinali in numero e diametro sufficiente per costituire una robusta gabbia, non soggetta a deformarsi durante la fabbricazione ed atta a conferire al tubo la necessaria resistenza.

Il numero, il diametro e la disposizione delle spire e delle generatrici sono lasciati alla scelta del fabbricante. In via di massima, però, la sezione complessiva delle spirali e dei cerchi non dovrà essere inferiore ai 4/1000 della sezione longitudinale del calcestruzzo.

La distanza dei cerchi dovrà essere regolare con interspazio massimo di 15 cm oppure spirali ad elica continua a passo regolare non superiore ai 15 cm; la distanza delle generatrici non dovrà superare 1,5 volte lo spessore del tubo.

Per tubi aventi spessore non superiore a cm 12 l'armatura sarà di regola costituita da una semplice gabbia; per tubi di spessore superiore si adotterà una doppia gabbia, disposta in modo da assicurare ai tondini un ricoprimento effettivo minimo di 1,5 cm collocando, preferibilmente, i ferri dell'armatura longitudinale all'interno delle armature trasversali.

Le gabbie di armatura potranno essere anche costituite da reti di tondini aventi maglie quadrangolari.

Nei tubi armati con reti il processo di costruzione dovrà essere studiato con speciale cura e con riferimento a provata esperienza del fabbricante.

Tutte le gabbie d'armatura, comunque confezionate, dovranno presentare alle estremità un anello continuo, chiuso su se stesso e posto su un piano ortogonale all'asse della gabbia.

Sulla posizione delle armature é ammessa una tolleranza di + 0,5 cm, purché sia sempre assicurato il copriferro minimo di 1,5 cm. Il ferro da impiegarsi per la formazione delle armature deve essere conforme alle vigenti norme per l'esecuzione delle opere in cemento armato e sottoposto alle prove di qualità previste dalle norme stesse.

e) Impasti - lavorazione - requisiti del calcestruzzo

Gli ingredienti degli impasti dovranno essere misurati con precisione: il cemento sarà misurato in peso, gli inerti preferibilmente in peso, l'acqua in peso o in volume.

Il rapporto acqua - cemento dovrà essere oggetto di controllo con le modalità più indicate per il procedimento di fabbricazione impiegato tenendo conto anche dell'umidità degli inerti.

Il mescolamento dell'impasto verrà fatto con macchina di tipo appropriato per un tempo non inferiore a tre minuti primi.

La qualità del conglomerato si dovrà controllare sistematicamente su provini appositamente preparati almeno ogni 50 m³ di impasto e comunque con frequenza non minore di una serie di prove ogni 7 giorni.

Per ogni serie di prove verranno confezionati 4 provini cubici, spigolo cm 10 e 4 travetti parallelepipedi, dimensioni 10x10x40 cm; i provini verranno confezionati con lo stesso impasto dei tubi, curando di riprodurre in essi lo stesso rapporto acqua - cemento ottenuto nei manufatti e stagionati naturalmente in sabbia umida. I cubi verranno rotti a schiacciamento ed i travetti a flessione, sotto momento costante, deducendone la sollecitazione unitaria di rottura nell'ipotesi di asse neutro centrale e conservazione delle sezioni piane; le prove di rottura verranno eseguite a 7 giorni e a 28 giorni di stagionatura.

Sono prescritti i seguenti limiti per le resistenze in kg/cm^q, determinate come media dei tre risultati migliori:

-	resistenza unitaria a	7 giorni	275
	compressione	28 giorni	400
-	resistenza unitaria a	7 giorni	40
	flessione semplice	28 giorni	55

f) Giunti

Per i tubi secondo le presenti norme è tassativamente prescritto l'impiego di giunti a bicchiere e cordone, con materiale di tenuta costituito da un anello di gomma.

Il disegno del giunto, le dimensioni e relative tolleranze saranno stabilite dal fabbricante e da questi dichiarate in modo impegnativo in vista del controllo di produzione.

Il disegno del giunto sarà sviluppato nel rispetto delle seguenti prescrizioni:

- il bicchiere avrà spessore non inferiore a quello del corpo del tubo e la lunghezza sufficiente a garantire la tenuta del giunto anche nel caso che si verifichi una angolazione, tra gli assi dei tubi adiacenti, contenuta entro i limiti seguenti:

- 2° per DN compreso tra 50 e 100

- 1° 30' per DN maggiore di 100

- l'anello di tenuta di gomma sarà di qualità rispondente alle norme ISO/R/1398/1970: il suo tasso di compressione, tenuto conto delle massime possibili tolleranze dimensionali delle superfici, nei due sensi, e della massima possibile eccentricità di posa tra i tubi adiacenti, resterà sempre compreso tra il 30% e il 60%.

Ove il giunto proposto dal fabbricante non abbia avuto precedenti applicazioni con risultati positivi ampiamente documentati, il committente potrà richiedere l'esecuzione di prove di montaggio ed idrauliche su una o più coppie di tubi, dalle quali risulti che il giunto risponde ai seguenti requisiti essenziali: facilità e sicurezza di montaggio, impermeabilità di tenuta alla pressione di 0,5 atm anche tra tubi angolati e che non trasmetta ai tubi adiacenti sforzi dannosi.

Le superfici dei tubi interessanti la giunzione devono essere perfettamente lisce, prive di asperità, irregolarità, incisioni e simili difetti: a tal fine è consentito un ritocco delle superfici stesse, purché localizzato, sporadico, ed eseguito con materiali di provata efficacia; è inoltre prescritto che le prove di impermeabilità e di rottura siano eseguite con attrezzature che consentono di collaudare anche la tenuta e la resistenza del giunto.

Le guarnizioni di gomma saranno fornite in imballaggio atto a mantenerle a riparo dalla luce e dall'aria fino al momento dell'impiego in opera; su un anello ogni 1000 forniti saranno eseguite le prove previste dalle citate norme ISO/R 1398/1970.

Collaudi

Le prove di collaudo verranno eseguite nel cantiere di fabbricazione sotto il controllo del committente. La fabbrica dovrà perciò disporre dell'attrezzatura regolamentare per effettuare le prove stesse.

Solo in casi eccezionali o di contestazione si potrà ricorrere al laboratorio legalmente riconosciuto.

I campioni verranno scelti dal committente tra quelli pronti per la spedizione o già forniti a piè d'opera. Essi dovranno essere dati gratuitamente fino a 3 campioni per lotto di diverso diametro. Se durante il controllo un tubo non rispondesse alle prescrizioni contrattuali si ripeterà la prova su un numero doppio di tubi. Le prove di collaudo, su tubi asciutti, consisteranno, oltre che nella verifica delle dimensioni o della tolleranza, in:

a) Prove di impermeabilità su singolo tubo

Verrà eseguita riempiendo un tubo con acqua alla pressione di 0,5 atm per la durata di 30 minuti, verificando che durante tutta la durata della prova non si debbano verificare fessurazioni né trasudi di acqua. Potrà comunque essere accertata la formazione di macchie di umidità o di goccioline isolate sulla superficie esterna.

b) Prove di tenuta dei giunti

Verranno assemblati due tubi in modo da disporre di una colonna contenente un giunto ed il tutto posto in pressione con acqua a 1,00 atm per 30' verificando che il comportamento a tenuta sia perfetto.

c) Prove di assorbimento su spezzone

Dai tubi provati a rottura alla pressione interna verranno ricavati due provini per ciascun tubo aventi area superficiale compresa tra 100 e 150 cmq, spessore come quello della parete del tubo.

Si curerà di lasciare le superfici di taglio e che i provini siano esenti da qualsiasi traccia di fessurazione.

Essi saranno essiccati a temperatura non superiore ai 100° C e saranno da considerarsi secchi quando due pesate successive a distanza di due ore diano una variazione di peso inferiore allo 0,1%.

Successivamente i provini, dopo essere stati pesati, verranno immersi in adatto recipiente pieno di acqua distillata o piovana: l'acqua sarà portata all'ebollizione e mantenuta a 100° C per 5 ore, dopo di che i provini saranno lentamente raffreddati in acqua fino ad una temperatura compresa tra i 15° e 20° C.

I provini saranno quindi estratti, lasciati all'aria per non più di un minuto primo, asciugati superficialmente con un canovaccio ed immediatamente pesati.

L'incremento di peso del provino tra lo stato secco e quello subito dopo la bollitura, espresso in percentuale del peso allo stato secco, non deve superare 1,8%.

d) Prove di rottura per schiacciamento

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

La resistenza allo schiacciamento é definita da due carichi:

- 1) carico di fessurazione;
- 2) carico di rottura.

Il carico di fessurazione é quello che provoca l'apparizione di fessure lungo le generatrici aventi apertura di almeno 0,25 mm su di una lunghezza di almeno 30 cm.

Il carico di rottura é quello sopportato prima dello schiacciamento, cioè prima che il provino non sia più capace di sopportare un ulteriore carico.

I carichi di fessurazione e di rottura non dovranno risultare inferiori ai limiti seguenti espressi in kg per metro di tubo:

- 1) carico di fessurazione: $60 \times DN$
- 2) carico di rottura : $100 \times DN$

con DN espresso in centimetri.

Il provino deve essere con il metodo delle 3 generatrici con un dispositivo tale da garantire l'uniforme distribuzione del carico; il carico deve essere applicato con un incremento dell'ordine di grandezza del 10% del carico totale per minuto primo e deve essere mantenuto per il tempo strettamente necessario per compiere le osservazioni volute.

L'appoggio inferiore del provino dovrà essere costituito da due travetti di legno con le facce verticali interne arrotondate con raggio di circa 10 mm nello spigolo superiore; i travetti dovranno essere dritti e saldamente fissati su una base rigida.

La distanza tra i due travetti dovrà essere pari a 1/12 del diametro interno del tubo.

Prima di appoggiare il provino si potrà rettificare la superficie di appoggio con uno straterello di malta dello spessore non superiore a 25 mm.

Il carico viene applicato superiormente tramite un travetto di legno ben squadrato e liscio, esente da nodi, delle dimensioni di circa 15x15 cm e fissato superiormente ad una trave metallica a doppio T di dimensioni tali da rendere trascurabili le deformazioni elastiche.

Si può anche applicare superiormente uno strato di malta analogo a quello inferiore ed anche in questo caso il montaggio deve essere fatto quando la malta è ancora plastica.

La resistenza del provino, espressa in Kg/m, viene riferita alla lunghezza utile del provino, cioè:

$$R = \frac{\text{carico di rottura}}{\text{lunghezza utile}}$$

La larghezza delle fessure è misurata con una lamiera metallica della forma e dimensioni indicate dalla Direzione Lavori.

Essa dovrà penetrare liberamente per almeno 15/10 mm a brevi intervalli per la lunghezza indicata di 30 cm.

e) Prove di resistenza all'abrasione ed all'aggressività chimica

In mancanza di precise norme nazionali le prove verranno effettuate in conformità alle norme DIN n. 1045 e DIN 4030.

f) Motivi di rifiuto

I tubi potranno essere rifiutati nei seguenti casi:

- 1) Perché non rispondono alle prescrizioni di dimensionamento e relative tolleranze ed alle prescrizioni di fabbricazione di cui alle presenti norme;
- 2) Per esito negativo delle prove di accettazione;
- 3) Per manifesti difetti di proporzionamento dei componenti del calcestruzzo o mancanza di tenuta dei giunti;
- 4) Per danneggiamento delle testate che non consentono di effettuare una giunzione a regola d'arte. In tal caso la Ditta sarà tenuta a sostituire prontamente i materiali rifiutati con altri corrispondenti alle norme contrattuali con l'avvertenza che, nel caso non provvedesse tempestivamente, l'Amministrazione potrà provvedere d'ufficio avvalendosi del deposito cauzionale, salva ed impregiudicata ogni altra azione legale per qualsiasi danno dovesse derivare all'Amministrazione Appaltante dall'inadempienza del contratto.

g) Rivestimento interno dei condotti in cemento armato

Per la protezione interna delle superfici dei condotti fognanti in conglomerato cementizio armato dovrà essere posto in opera in fabbrica un ciclo di applicazione in resine epossidiche-indurente-catrame come di seguito specificato:

- la percentuale di catrame non dovrà superare il 50% del sistema resina epossidica-indurente-catrame;
- la percentuale di resina del sistema a sua volta non dovrà essere inferiore al 50%;
- il rivestimento sarà costituito da una resina epossidica fluida, priva di solventi, con l'aggiunta di cariche ed indurente;
- di ogni componente della miscela finale da applicare dovranno essere specificate con idonei certificati tutte le caratteristiche fisico-chimico-meccaniche atte a confermare l'effettivo impiego per rivestire e proteggere canalizzazioni di fognatura in conglomerato cementizio armato; in particolare dovranno essere evidenziate le caratteristiche, confermate da prove di laboratorio, della miscela da applicare con riferimento alle seguenti prove:
 - abrasione
 - strappo
 - distacco per trazione
 - sottopressione
 - imbutitura.

Applicazione del prodotto

Stante che l'applicazione dovrà avvenire obbligatoriamente presso la fabbrica di produzione delle condotte per le modalità inerenti si dovrà procedere come di seguito:

- il calcestruzzo, prima dell'applicazione del rivestimento, dovrà avere una stagionatura non inferiore ad un mese e potrà presentarsi umido, ma non bagnato; la superficie del supporto da sottoporre al ciclo protettivo dovrà essere priva di grumi, fango, distaccanti, residui di boiaccia ed in definitiva di tutto ciò che possa determinare una "falsa adesione";
- lo spessore minimo che dovrà essere garantito ed uniforme sulle pareti dei manufatti non dovrà essere inferiore ai 300 micron;
- l'applicazione del ciclo sopradescritto, così come la preparazione del supporto, dovrà interessare tutta la superficie interna dei manufatti, ivi compresa la volta;
- il sistema verrà inoltre applicato a spruzzo ad elevata pressione d'esercizio (sistema airless);
- qualora venissero impiegate apparecchiature adeguate allo spruzzo dei componenti, da contenitori separati e con miscelazione in testa, queste dovranno essere tassativamente provviste di controllo automatico dei rapporti stechiometrici.

h) Posa in opera delle tubazioni

Le tubazioni dovranno essere messe in opera con l'aiuto di un apparecchio autocentrante, atto a consentire il perfetto inserimento del giunto in neoprene del tubo.

5.11.1.3 Tubazioni in p.v.c. rigido (non plastificato) per fognature

Le tubazioni in P.V.C. rigido (non plastificato) dovranno essere conformi alle seguenti norme:

- EN 1401: tubi di P.V.C. rigido (non plastificato) per condotte di scarico interrate. Tipi, dimensioni e caratteristiche.
- EN 1401: tubi di P.V.C. rigido (non plastificato). Metodi di prova generali.
- UNI 7444/75: raccordi di P.V.C. rigido (non plastificato) per condotte di scarico di fluidi. Tipi, dimensioni e caratteristiche (limitata al D 200).
- UNI 7449/75: Raccordi di P.V.C. rigido (non plastificato). Metodi di prova generali.
- EN 1452: I tubi in P.V.C. rigido (non plastificato) per condotte di fluidi in pressione. Tipi, dimensionamenti e caratteristiche.

I tubi, i raccordi e gli accessori in P.V.C. dovranno essere contrassegnati con il marchio di conformità IIP di proprietà dell'Ente Nazionale Italiano di unificazione UNI e gestito dall'Istituto Italiano dei Plastici, giuridicamente riconosciuto con DPR n. 120 dell'1.2.1975 e quando non rispondono a marchio IIP dovranno essere obbligatoriamente sottoposti ai vari collaudi.

Trasporto

Nel trasporto bisogna sopportare i tubi per tutta la loro lunghezza onde evitare di danneggiare le estremità a causa di vibrazioni.

Si devono evitare urti, inflessioni e sporgenze eccessive, contatti con corpi taglienti ed acuminati.

Le imbragature per il fissaggio del carico possono essere realizzate con funi o bande di canapa, di nylon o similari; se si usano cavi di acciaio, i tubi devono essere protetti nella zona di contatto con essi.

Si tenga presente che a basse temperature aumenta la possibilità di rottura dei tubi di P.V.C.; in tali condizioni quindi tutte le operazioni di movimentazione (trasporto, accatastamento, posa in opera, ecc.) devono essere effettuate con la dovuta cautela.

Carico e scarico

Queste operazioni, come per tutti gli altri materiali, devono essere fatte con grande cura. I tubi non devono essere buttati né fatti strisciare sulle sponde caricandoli sull'automezzo o scaricandoli dallo stesso, ma devono essere accuratamente sollevati ed appoggiati.

Accatastamento

I tubi lisci devono essere immagazzinati su una superficie piana, priva di parti taglienti ed esente da sostanze che potrebbero attaccare i tubi.

I tubi bicchierati, oltre alle avvertenze di cui sopra, devono essere accatastati su traversine di legno in modo che i bicchieri della fila orizzontale inferiore non subiscano deformazioni e inoltre i bicchieri stessi devono essere alternativamente sistemati (sia nelle file orizzontali, sia in quelle verticali) da una parte e dall'altra della catasta e sporgenti da essa.

In tal modo i bicchieri non subiscono sollecitazioni ed i tubi si appoggiano l'uno all'altro lungo l'intera generatrice.

I tubi non devono essere accatastati ad un'altezza superiore a 1,50 m, qualunque sia il diametro dei tubi, per evitarne possibili deformazioni nel tempo.

Se i tubi non vengono adoperati per un lungo periodo, devono essere protetti dai raggi solari diretti con schermi opachi che consentano una regolare aereazione.

Raccordi ed accessori

Questi pezzi possono essere forniti in appositi imballaggi. Se sono forniti sfusi si dovrà avere cura nel trasporto ed immagazzinamento di non ammucchiarli disordinatamente e si dovrà evitare che essi possano essere deformati o danneggiati per effetto di urti fra di loro o con altri materiali pesanti.

Sistema di giunzione

I sistemi di giunzione sono i seguenti:

- del tipo scorrevole

Giunto a bicchiere del tipo scorrevole con tenuta mediante idonea guarnizione elastometrica.

Giunto a manicotto del tipo scorrevole costituito da un manicotto di P.V.C. con tenuta mediante idonee guarnizioni elastometriche.

Esecuzione delle giunzioni

Taglio dei tubi

Il tubo va tagliato al suo asse, a mezzo di sega a mano a denti fini o di fresa. L'estremità così ricavata, per essere introdotta nel rispettivo bicchiere, deve essere smussata secondo angolazione del valore indicato dal fabbricante dei tubi, conservando all'orlo uno spessore variabile crescente con i diametri, secondo valori indicati anch'essi dal fabbricante.

Giunto del tipo scorrevole con guarnizione elastometrica:

- provvedere ad una accurata pulizia delle parti da congiungere assicurandosi che esse siano integre; se già inserita, togliere provvisoriamente la guarnizione di tenuta;
- segnare sulla parte maschia del tubo una linea di riferimento procedendo come segue:
- si introduce il tubo nel bicchiere fino a rifiuto, segnando la posizione raggiunta;
- si ritira il tubo di 3 mm per metro di elemento posato, ma mai meno di 10 mm;
- si segna in modo ben visibile sul tubo la nuova posizione raggiunta, che è la linea di riferimento;

- inserire la guarnizione elastometrica di tenuta nell'apposita sede, lubrificare la superficie interna della guarnizione e la superficie esterna della punta con apposito lubrificante (acqua saponosa o lubrificante a base di silicone, ecc).

Pezzi speciali

I pezzi speciali devono rispondere ai tipi, alle dimensioni ed alle caratteristiche stabilite dalla norma UNI 7444/75. È importante predisporre fino dall'atto del montaggio della canalizzazione tutti i pezzi speciali indispensabili per gli allacciamenti degli scarichi alla fognatura.

Se si rende necessario l'inserimento di un allacciamento non previsto in una canalizzazione già posata ed interrata, è opportuno adottare uno dei sistemi di seguito illustrati.

Collegamenti speciali

Collegamento ad opere d'arte

Il collegamento a manufatti (quali pozzetti, impianti di trattamento, ecc.) deve avvenire a perfetta tenuta realizzata mediante l'inserimento di giunzione elastica. Questa è ottenuta per mezzo di adatto pezzo speciale di P.V.C., od altro materiale reperibile in commercio.

Collegamento con tubi di altri materiali.

Si esegue a mezzo di giunti del tipo Gibault o comunque con giunti ad azione meccanica, mai con operazioni termiche, tendenti ad adattare le dimensioni originali dal tubo in P.V.C. a quelle del tubo di altro materiale.

Innesti successivi e derivazioni.

Qualora si renda necessario effettuare un innesto nella tubazione di P.V.C. già posta in opera, si dovrà procedere con uno dei seguenti sistemi:

A) - tagliare il tubo per una lunghezza uguale al pezzo speciale da inserire, più due volte il diametro;

- inserire il pezzo speciale imboccandolo su una delle estremità del tubo tagliato;

- ricostruire la continuità della canalizzazione a mezzo di un tronchetto lungo quanto la restante interruzione, congiungendolo alle estremità con manicotti a bicchiere doppio scorrevoli;

B) - praticare nel tubo un foro previamente tracciato appoggiando (senza incollare), nella posizione adatta la diramazione con sella e seguendo il controllo interno della diramazione stessa con matita grassa;

- incollare, previa pulizia, sul tratto interessato, il pezzo speciale a sella.

Dimensioni della trincea e prescrizioni di posa.

Per larghezza B di una trincea si intende quella misurata al livello della generatrice superiore del tubo posato, sia per trincea a pareti parallele sia per trincea a pareti inclinate.

L'altezza di riempimento H è quella misurata fra la stessa generatrice superiore del tubo ed il piano di campagna.

La larghezza minima da assegnare ad una trincea é data, in metri, dalla seguente formula:

$$B = D + 0,40 \quad (D = \text{diametro esterno del tubo})$$

Quando la larghezza della trincea é grande rispetto all'altezza e/o al diametro del tubo, ossia quando si verificano una o entrambe le seguenti condizioni:

$$B > \frac{H}{2} \qquad B > 10 D$$

La tubazione viene a trovarsi nelle condizioni dette "sotto terrapieno"; in queste condizioni essa é assoggettata da un carico più gravoso di quello che sopporterebbe nella condizione in trincea. L'altezza massima del ricoprimento per tubi in trincea non deve superare i 6 metri, per tubi sotto terrapieno i 4 metri. Quando nel corso dei lavori si verificano per tratti limitati condizioni di posa più gravose di quelle di progetto (sgrottamento delle pareti, frane, ecc.) e non si ritenga tuttavia opportuno sostituire i tubi con altri di maggiore spessore, si deve procedere ad opere di protezione che riconducano le condizioni di posa a quelle previste dalla norma (costruzione di muretti di pietrame o di calcestruzzo atti a ridurre la larghezza della sezione di scavo).

Analogamente, se per ragioni tecniche l'altezza di ricoprimento in qualche punto é inferiore ai minimi prescritti dalla norma, occorre fare assorbire i carichi verticali da opportuni manufatti di protezione.

Scavo della trincea

Deve essere eseguito con mezzi idonei, avendo la massima cura di:

- rispettare le quote di progetto del fondo dello scavo;
- impedire con ogni mezzo il franamento delle pareti sia per evitare incidenti al personale, sia per non avere modifiche alla sezione di scavo;
- eliminare, sia all'interno dello scavo sia negli immediati dintorni, eventuali radici il cui successivo sviluppo potrebbe deformare il tubo di P.V.C.;
- accumulare il materiale di scavo ad una distanza tale da consentire il libero movimento del personale e dei tubi, onde evitare il pericolo di caduta di tale materiale ed in particolare di pietre sul tubo già posato. Nel caso di tubazioni da porre in opera a livelli diversi nella stessa trincea e se la tubazione a livello superiore é di P.V.C., é opportuno scavare la trincea fino alla base del tubo a livello inferiore e posare quindi il tubo in P.V.C. a livello superiore su riempimento ben costipato.

Letto di posa e rifianco

Il fondo dello scavo e, più in generale, il terreno sul quale la tubazione é destinata a poggiare deve avere una consistenza tale da escludere cedimenti differenziali da punto a punto.

Inoltre, durante l'apertura di trincee in terreni eterogenei, collinari e montagnosi, occorre premunirsi da eventuali smottamenti o slittamenti mediante opportune opere di sostegno e di ancoraggio.

Se si ha motivo di ritenere che l'acqua di falda eventualmente presente nello scavo possa determinare una instabilità del terreno di posa e dei manufatti in muratura, occorre consolidare il terreno circostante con

opere di drenaggio che agiscano sotto il livello dello scavo in modo da evitare, in definitiva, che l'acqua di falda possa provocare spostamenti del materiale di rinterro che circonda il tubo. Sul fondo dello scavo, livellato e liberato da ciottoli, pietrame e da eventuali altri materiali che impediscano il perfetto livellamento, si sovrappone il letto di posa, costituito da materiali incoerenti quali sabbia o terra vagliata che formi un piano uniformemente distribuito su cui va appoggiato il tubo. Il suo spessore non sarà inferiore a

$$\left(10 + \frac{D}{10} \right) \text{ cm e non deve contenere pietruzze}$$

Il tubo verrà poi rinfiancato per almeno 20 cm per lato, fino al piano diametrale, quindi verrà ricoperto con lo stesso materiale incoerente per uno spessore non inferiore a 15 cm misurato sulla generatrice superiore. Per quanto riguarda il rinfianco, in considerazione della sua importante funzione di reazione alle sollecitazioni verticali e di ripartizione dei carichi attorno al tubo, è necessario scegliere con la massima cura il materiale incoerente da impiegare, preferibilmente sabbia, evitando quindi terre difficilmente costipabili (torbose, argillose, ecc.) ed effettuare il riempimento con azione uniforme e concorde ai due lati del tubo. Ultimata questa operazione si effettua il riempimento con materiale di risulta dallo scavo, spurgato del pietrame grossolano superiore a 100 mm per strati successivi non superiori a 30 cm di altezza che debbono essere costipati e bagnati, se necessario, almeno fino a 1 metro di copertura. Il ricoprimento totale del tubo a partire dalla generatrice superiore non deve essere inferiore a:

- 150 cm per strade a traffico pesante come da norma EN 1401
- 100 cm per strade a traffico leggero

Per valori di profondità inferiori, il ricoprimento deve essere eseguito con interposizione di un diaframma rigido di protezione e di ripartizione dei carichi, collocato sullo strato superiore del materiale incoerente. Nel corso della posa in opera si raccomanda di chiudere con tamponi di legno o con qualunque altro mezzo idoneo i tronchi di tubazione già posati e che dovessero rimanere per qualche tempo aperti e non sorvegliati, onde impedirne l'intasamento. Per stabilire se la tubazione dopo il rinterro ha subito deformazioni o si fosse ostruita durante il corso dei lavori, a causa della mancata osservanza da parte dell'installatore delle raccomandazioni sopra riportate, si può far passare tra un pozzetto e l'altro una sfera di diametro inferiore del 5% a quello interno del tubo impiegato.

Collaudo

Il collaudo di una tubazione in P.V.C. per acque di scarico deve accertare la perfetta tenuta della canalizzazione. Questo accertamento si effettua sottoponendo a pressione idraulica la canalizzazione stessa mediante riempimento con acqua del tronco da collaudare (di lunghezza opportuna, in relazione alla pendenza) attraverso il pozzetto di monte, fino al livello stradale del pozzetto a valle; e adottando altro sistema idoneo a conseguire lo stesso scopo.

Dimensioni e pesi dei tubi previsti dalla norma EN 1401

Diametro esterno (D) mm	SN 8 KN/m ² spess. mm	SN 4 KN/m ² spess. mm	SN 2 KN/m ² spess. mm
110	3.2	3.2	3.2
125	3.7	3.2	3.2
160	4.9	4.0	3.2
200	5.9	4.9	3.9
250	7.3	6.2	4.9
315	9.2	7.7	6.2
355	10.4	8.7	7.0
400	11.7	9.8	7.9
450	13.2	11.0	8.9
500	14.6	12.3	9.8
630	18.4	15.4	12.3

5.11.1.4 Tubazioni in calcestruzzo turbovibrocompresso

Dovranno essere confezionati in calcestruzzo a 3,50 qli/mc di cemento tipo 425 d'altoforno o ferrico pozzolanico o 525, turbovibrocompressi, ben stagionati, ben compatti, levigati, lisci, perfettamente rettilinei, a sezione interna esattamente circolare, di spessore uniforme e scevri da screpolature e il carico di rottura per schiacciamento del tubo sarà conforme alle norme DIN 4032. Saranno completi di giunto a bicchiere con anelli al neoprene o gomme della durezza da 35 a 50 Shore per la perfetta tenuta. Le superfici interne dovranno essere perfettamente lisce. La fattura dei tubi dovrà essere pure compatta, senza fessure e uniforme. Il ghiaietto del calcestruzzo dovrà essere così intimamente mescolato con la malta, che i grani dovranno rompersi sotto l'azione del martello senza staccarsi dalla malta. Avranno spessore minimo pari a DN/10 e comunque dovranno avere le caratteristiche tali da poter sopportare i carichi ai quali dovranno essere assoggettati. L'Impresa dovrà fornire alla Direzione Lavori i vari certificati di prove eseguiti sia in fabbrica che in cantiere. Le tubazioni dovranno essere tali da garantire il rispetto delle prescrizioni contenute nell'allegato 4 dei "Criteri, metodologie e norme tecniche generali" di cui all'art. 2, lettere b), d), e), della Legge 10 maggio 1976 n. 319, recante norme per la tutela delle acque dall'inquinamento. Se richieste e su giudizio insindacabile della Direzione Lavori l'Impresa dovrà presentare le analisi chimiche del conglomerato cementizio e del tipo di cemento impiegato per la costruzione dei condotti redatte da un Istituto di ricerca autorizzato a tale scopo.

Caratteristiche costruttive

a) Processo di fabbricazione dei tubi

I tubi dovranno essere fabbricati in officine o cantieri debitamente attrezzati, con procedimento atto a garantire il costante raggiungimento dei requisiti in tutti i manufatti prodotti; a tal fine, tutte le operazioni che compongono il processo di lavorazione dovranno essere ripetute secondo uno schema prestabilito e ben precisato.

I getti saranno tolti dalle forme solo quando il conglomerato sia in grado di superare agevolmente le sollecitazioni conseguenti.

La stagionatura potrà avvenire entro vasche di acqua a temperatura non inferiore a 10° C per un periodo di tempo non inferiore a 6 giorni oppure, specie per i tubi di grande diametro, sistemati in posizione verticale, con continua aspersione di acqua.

Ovvero si potrà adottare il trattamento a vapore: i periodi ed i sistemi di stagionatura dovranno essere precisati in sede di offerta. L'impianto di stagionatura dovrà essere attrezzato in modo da garantire il costante rispetto del trattamento programmato.

b) Marchi

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

- nome del fabbricante o marchio di fabbrica;
- numero progressivo di fabbricazione;
- data della produzione del tubo
- diametro nominale.

c) Inerti, cemento, acqua

Gli inerti dovranno essere tali da assicurare la migliore resistenza contro possibili corrosioni chimiche e meccaniche da parte delle acque convogliate: per tale ragione nell'offerta dovrà essere chiaramente specificata la natura e la provenienza dei cementi e degli inerti (cemento d'altoforno, cemento pozzolanico, inerti silicei). Gli inerti dovranno essere perfettamente lavati, di granulometria assortita. La loro composizione granulometrica dovrà essere tale cioè da consentire la massima compattezza del getto.

L'acqua dovrà essere limpida, non contenere acidi o basi in percentuale dannosa e dosata in modo da ottenerci un impasto piuttosto asciutto.

d) Impasti - lavorazione - requisiti del calcestruzzo

Gli ingredienti degli impasti dovranno essere misurati con precisione: il cemento sarà misurato in peso, gli inerti preferibilmente in peso, l'acqua in peso o in volume.

Il rapporto acqua-cemento dovrà essere oggetto di controllo con le modalità più indicate per il procedimento di fabbricazione impiegato, tenendo conto anche dell'umidità degli inerti.

Il mescolamento dell'impasto verrà fatto con macchina di tipo appropriato per un tempo adeguato.

La qualità del conglomerato si dovrà controllare sistematicamente su provini appositamente preparati almeno ogni 50 m³ di impasto e comunque con frequenza non minore di una serie di prove ogni sette giorni. Per ogni serie di prove verranno confezionati 4 provini cubici, spigolo cm 10 e 4 travetti parallelepipedi, dimensioni 10x10x40 cm; i provini verranno confezionati con lo stesso impasto dei tubi, curando di riprodurre in essi lo stesso rapporto acqua-cemento ottenuto nei manufatti e stagionati naturalmente in sabbia umida.

I cubi verranno rotti a schiacciamento ed i travetti a flessione, sotto momento costante, deducendone la sollecitazione unitaria di rottura nell'ipotesi di asse neutro centrale e conservazione delle sezioni piane; le prove di rottura verranno eseguite a 7 giorni e a 28 giorni di stagionatura.

Sono prescritti i seguenti limiti per le resistenze in kg/cmq, determinate come media dei tre risultati migliori:

- | | | | | |
|---|----------------------|----|--------|-----|
| - | resistenza unitaria | 7 | giorni | 275 |
| | a compressione | 28 | giorni | 400 |
| - | resistenza unitaria | 7 | giorni | 40 |
| | a flessione semplice | 28 | giorni | 55 |

e) Giunti

Per i tubi secondo le presenti norme é tassativamente prescritto l'impiego di giunti a bicchiere e cordone, con materiale di tenuta costituito da un anello di gomma. Il disegno del giunto, le dimensioni e relative tolleranze saranno stabilite dal fabbricante e da questi dichiarate in modo impegnativo in vista del controllo di produzione. Il disegno del giunto sar  sviluppato nel rispetto delle seguenti prescrizioni:

- il bicchiere avr  spessore non inferiore a quello del corpo del tubo e la larghezza sufficiente a garantire la tenuta del giunto anche nel caso che si verifichi una angolazione tra gli assi dei tubi adiacenti, contenuta entro i limiti seguenti:

- 2° per DN compreso tra 50 e 100

- 1° e 30' per DN maggiore di 100

- l'anello di tenuta in gomma sar  di qualit  rispondente alle norme ISO/R/1398/1970: il suo tasso di compressione, tenuto conto delle massime possibili tolleranze dimensionali delle superfici, nei due sensi della massima possibile eccentricit  di posa tra i tubi adiacenti, rester  sempre compreso tra il 30% e il 60%.

Ove il giunto proposto dal fabbricante non abbia avuto precedenti applicazioni con risultati positivi ampiamente documentati, il committente potr  richiedere l'esecuzione di prove di montaggio ed idrauliche su una o pi  coppie di tubi, dalle quali risulti che il giunto risponde ai seguenti requisiti essenziali: facilit  e sicurezza di montaggio, impermeabilit  di tenuta alla pressione di 0,5 atm. anche tra tubi angolati e che non trasmetta ai tubi adiacenti sforzi dannosi.

Le superfici dei tubi interessanti la giunzione devono essere perfettamente lisce, prive di asperit , irregolarit , incisioni e simili difetti: a tal fine   consentito un ritocco delle superfici stesse, purch  localizzato, sporadico, ed eseguito con materiali di provata efficacia;   inoltre prescritto che le prove di impermeabilit  e di rottura siano eseguite con attrezzature che consentano di collaudare anche la tenuta e la resistenza del giunto. Le guarnizioni di gomma fornite in imballaggio atto a mantenerle a riparo dalla luce e dall'aria fino al momento dell'impiego in opera; su un anello ogni 1000 forniti saranno eseguite le prove previste dalle citate norme ISO/R 1398/1970.

Collaudi

Le prove di collaudo verranno eseguite nel cantiere di fabbricazione sotto il controllo del committente. La fabbrica dovrà perciò disporre dell'attrezzatura regolarmente per effettuare le prove stesse. Solo in casi eccezionali o di contestazione si potrà ricorrere al laboratorio legalmente riconosciuto.

I campioni verranno scelti dal committente tra quelli pronti per la spedizione o già forniti a pié d'opera. Essi dovranno essere dati gratuitamente fino a 3 campioni per lotto di diverso diametro. Se durante il controllo un tubo non rispondesse alle prescrizioni contrattuali, si ripeterà la prova su un numero doppio di tubi. Le prove di collaudo su tubi asciutti consisteranno, oltre che nella verifica delle dimensioni o della tolleranza, in:

a) Prove di impermeabilità su singolo tubo

Verrà eseguita riempiendo un tubo con acqua alla pressione di 0,5 atm per la durata di 30 minuti, verificando che durante tutta la durata della prova non si debbano verificare fessurazioni né trasudi di acqua. Potrà comunque essere accertata la formazione di macchie di umidità o di goccioline isolate sulla superficie esterna.

b) Prove di tenuta dei giunti

Verranno assemblati due tubi in modo da disporre una colonna contenente un giunto ed il tutto posto in pressione con acqua a 1,00 atm per 30' verificando che il comportamento a tenuta sia perfetto.

c) Prove di resistenza allo schiacciamento

Le prove di resistenza allo schiacciamento saranno eseguite in conformità alle norme DIN 4032.

d) Prove di resistenza all'abrasione ed all'aggressività chimica

In mancanza di precise norme nazionali le prove verranno effettuate in conformità alle norme DIN n. 1045 e DIN 4030.

e) Motivi di rifiuto

I tubi potranno essere rifiutati nei seguenti casi:

- 1) Perché non rispondono alle prescrizioni di dimensionamento e relative tolleranze ed alle prescrizioni di fabbricazione di cui alle presenti norme;
- 2) Per esito negativo delle prove di accettazione;
- 3) Per manifesti difetti di proporzionamento dei componenti del calcestruzzo o mancanza di tenuta dei giunti;
- 4) Per danneggiamento delle testate che non consentono di effettuare una giunzione a regola d'arte.

In tal caso la Ditta sarà tenuta a sostituire prontamente i materiali rifiutati con altri corrispondenti alle norme contrattuali con l'avvertenza che, nel caso non provvedesse tempestivamente, l'Amministrazione potrà provvedere d'ufficio avvalendosi del deposito cauzionale, salva ed impregiudicata ogni altra azione legale per qualsiasi danno dovesse derivare all'Amministrazione appaltante dall'inadempienza del contratto.

f) Rivestimento interno dei condotti

Per la protezione interna delle superfici dei condotti fognanti in conglomerato cementizio dovrà essere posto in opera, in fabbrica un ciclo di applicazioni in resine epossidiche-indurente-catrame come di seguito specificato:

- la percentuale di catrame non dovrà superare il 50% del sistema resina epossidica-indurente-catrame;
- la percentuale di resina del sistema a sua volta non dovrà essere inferiore al 50%;
- il rivestimento sarà costituito da una resina epossidica fluida, priva di solventi, con l'aggiunta di cariche ed indurente;
- di ogni componente della miscela finale da applicare dovranno essere specificate con idonei certificati tutte le caratteristiche fisico-chimiche-meccaniche atte a confermare l'effettivo impiego per rivestire e proteggere canalizzazioni di fognatura in conglomerato cementizio; in particolare dovranno essere evidenziate le caratteristiche, confermate da prove di laboratorio, della miscela da applicare con riferimento alle seguenti prove:
 - abrasione
 - strappo
 - distacco per trazione
 - sottopressione
 - imbutitura.

Applicazione del prodotto

Stante che l'applicazione dovrà avvenire obbligatoriamente presso la fabbrica di produzione delle condotte, per le modalità inerenti si dovrà procedere come di seguito:

- il calcestruzzo, prima dell'applicazione del rivestimento, dovrà avere una stagionatura non inferiore ad un mese e potrà presentarsi umido, ma non bagnato; la superficie del supporto da sottoporre al ciclo protettivo dovrà essere priva di grumi, fango, distaccanti, residui di boiacca ed in definitiva di tutto ciò che possa determinare una "falsa adesione";
- lo spessore minimo che dovrà essere garantito ed uniforme sulle pareti dei manufatti non dovrà essere inferiore ai 300 microns;
- l'applicazione del ciclo sopra descritto, così come la preparazione del supporto, dovrà interessare tutta la superficie interna dei manufatti, ivi compresa la volta;
- il sistema verrà inoltre applicato a spruzzo ad elevata pressione d'esercizio (sistema airless);
- qualora venissero impiegate apparecchiature adeguate allo spruzzo dei componenti, da contenitori separati e con miscelazione in testa, queste dovranno essere tempestivamente provviste di controllo automatico dei rapporti stechiometrici.

g) Posa in opera delle tubazioni

Le tubazioni dovranno essere poste in opera con l'aiuto di un apparecchio autocentrante, atto a consentire il perfetto inserimento del giunto in neoprene nel tubo.

5.11.2 Pozzetti prefabbricati e chiusini

5.11.2.1 Caratteristiche dei manufatti e modalità di posa in opera

I pozzi di imbocco e scarico dei sifoni a servizio delle canalette irrigue saranno realizzati mediante pozzetti prefabbricati specifici per sifoni di canalette e tubazioni irrigue, di dimensioni interne cm 90X90, in calcestruzzo Rck 40 N/mm² (C32/40) armato con acciaio B450C secondo D.M. 14.01.08, marcati CE secondo UNI EN 1917.

Le tolleranze dimensionali, controllate in stabilimento e riferite alla circolarità delle giunzioni, degli innesti e degli allacciamenti, dovranno essere comprese tra l'1 e il 2% delle dimensioni nominali.

I pozzi saranno costituiti da elementi componibili quali pozzetto di fondo con decantazione di almeno 50 cm, elemento di testa, più eventuali prolunghe intermedie ed eventuale piastra di copertura, per la realizzazione di sifoni di canali prefabbricati, compreso il raccordo sottostante alle tubazioni e il raccordo superiore alla canaletta.

I pozzetti prefabbricati e comunque qualsivoglia altro manufatto (pozzetti d'ispezione, d'incrocio, di salto, di cacciata, di manovra, di sfiato di scarico e simili), saranno eseguiti secondo i disegni di progetto.

L'elemento di fondo deve essere posato su una soletta di calcestruzzo di spessore minimo 10 cm e dotata di rete elettrosaldata spessore 10 mm e passo 10 centimetri. Il rinfiando deve essere realizzato con particolare cura, costipando il terreno a stradi 30 cm.

I giunti dei manufatti prefabbricati devono essere sigillati sia internamente che esternamente mediante opportuna malta cementizia resistenze alle spinte attive e passive.

L'innesto delle tubazione deve essere altresì sigillato per uno spessore di almeno 5 cm mediante malta tissotropica antiritiro impermeabile. In alternativa può essere posto in opera un'adeguata guarnizione in gomma che assicura una perfetta tenuta tra foro di innesto della tubazione e la tubazione stessa.

L'elemento di testa deve essere provvisto di griglia calpestabile, portata 600 kg/mq, con funzione di protezione dalle cadute accidentali entro la botte a sifone.

5.11.2.2 Pozzetti e chiusini

Dovranno essere in conglomerato cementizio armato e vibrato, ben stagionato, ed avere le seguenti caratteristiche:

- Rck \geq 30 MPa;
- armatura in rete elettrosaldata in fili di acciaio del diametro e maglia adeguati;
- spessore delle pareti dei pozzetti non inferiore a 6,5 cm;
- predisposizione per l'innesto di tubazioni.

I chiusini avranno chiusura battentata e saranno posti su pozzetti e/o canalette, ancorati agli stessi.

Saranno conformi alle norme UNI EN 124 (Dispositivi di coronamento e di chiusura dei pozzetti stradali. Principi di costruzione, prove e marcature).

Sui pozzetti per i quali sia previsto l'eventuale accesso di persone per lavori di manutenzione o similari, il passo d'uomo non dovrà essere inferiore a 600 mm.

Tutti i coperchi, griglie e telai devono portare una marcatura leggibile e durevole, indicante: la norma di riferimento; la classe corrispondente; la sigla e/o nome del fabbricante.

La tipologia e le dimensioni saranno indicate negli elaborati di progetto.

5.11.2.1 Caditoie

L'Appaltatore dovrà fornire e posare griglie concave con telaio rialzato a base piana, rialzata in ghisa sferoidale GS 500-7 a norma ISO 1083 (1987) conforme alla classe D400 della norma UNI-EN 124 (1995) carico di rottura >400kN, trattate superficialmente con vernice protettiva idrosolubile di colore nero, non tossica e non inquinante. Dovrà inoltre essere fornito certificato di un Ente certificatore, riconosciuto a livello europeo, attestante il rispetto delle procedure di controllo qualità e sulle caratteristiche dichiarate dal prodotto. In opera, compreso nel prezzo il letto di posa in malta di cement R 425 dosata a 300 kg/mc., il tutto in ghisa sferoidale, dimensioni esterne mm. 580x513, peso complessivo circa kg 27.

5.12 ARREDO URBANO

5.12.1 Dissuasori a colonnina rimovibili

I dissuasori a colonnina rimovibili dovranno essere del tipo estraibile, con altezza fuori terra di almeno 800 mm ed elemento da incassare nel sottosuolo di altezza circa 170 mm.

Il corpo del dissuasore, del diametro minimo di 70 mm, deve essere realizzato in acciaio con rivestimento di primer epossidico e rivestimento in polvere di poliestere colore RAL a discrezione della D.L..

Il dissuasore deve essere removibile e dotato di chiave per rilascio della serratura alla base, compresa la fornitura della chiave.

La fornitura deve comprendere l'elemento di diametro 120 mm da incassare nel sottosuolo, di alloggiamento del corpo in metallo fuori terra, con piatto alla base di dimensioni circa 140x140 mm.

5.12.2 Barriere parapetonali rimovibili

Le barriere parapetonali rimovibili dovranno essere della serie tipo Benito Urban St. André removibili o equivalente con altezza totale di 1130 mm, fuori terra 960 mm circa, larghezza 840 mm ed elemento da incassare nel sottosuolo di altezza minima 200 mm. La struttura interna deve essere realizzata con elementi ad incrocio con eventuale elemento centrale, in modo da limitare l'attraversamento da parte di bambini.

Il telaio della barriera parapetonale, di spessore massimo 90 mm, deve essere realizzato in acciaio zincato con rivestimento di primer epossidico e finitura in polvere di poliestere grigio RAL a discrezione della D.L..

La barriera deve essere removibile e dotata di serratura alla base per ogni piedritto infisso nel terreno. La fornitura deve comprendere la chiave per rilascio della serratura alla base.

La fornitura deve essere inoltre comprensiva dell'elemento da incassare nel sottosuolo, di alloggiamento del corpo in metallo fuori terra.

5.12.3 Delimitazioni in plastica tipo NewJersey

La barriera stradale tipo NewJersey in polietilene (PE) trova largo impiego in opere di delimitazione stradale temporanea, delimitazione di spazi, parcheggi, piste e simili come pure nella cantieristica urbana.

Attraverso il sistema di fissaggio delle barriere si dovrà consentire la realizzazione di configurazioni lineari, curvilinee e altre forme indicate dal progetto o dalla Direzione Lavori.

Solitamente di colorazione rossa o bianca o secondo prescrizione progettuale le barriere dovranno essere cave per poterle zavorrare e riempire di acqua o sabbia e garantirne la stabilità sul piano stradale. Le barriere saranno costruite con stampaggio rotazionale senza giunzioni né saldature, in modo da assicurare maggiore durata e resistenza agli agenti atmosferici rispetto alle barriere realizzate con tecniche ad iniezione o accoppiamento.

Tutti i modelli dovranno essere predisposti per il collegamento degli elementi fra loro e con le seguenti caratteristiche:

- Materiale: polietilene ad alta densità;
- Resistenza agli agenti atmosferici e inalterabilità dei colori nel tempo (trattamento anti UV);
- Intervallo temperatura di esercizio: da - 30°C a + 60°C.

Gli elementi della barriera potranno essere forniti, a richiesta, completi di delineatori rifrangenti, di barra di collegamento e predisposizione per l'inserimento di pali per segnaletica verticale.

La barriera stradale sarà dotata di due tappi filettati posti rispettivamente nella parte superiore (carico) e nella parte inferiore al fine di scaricare la zavorra (acqua o sabbia).

5.13 SEGNALETICA

5.13.1 Segnaletica verticale

Caratteristiche tecniche e qualitative dei segnali verticali - generalità

Tutti i segnali dovranno essere prodotti da costruttori autorizzati dal Ministero LL.PP. e rigorosamente conformi ai tipi, dimensioni, misure prescritti dal Regolamento di Esecuzione del Codice della Strada approvato con D.P.R. del 16/12/1992 n. 495 e successive modifiche ed integrazioni.

L'Appaltatore è tenuto a trasmettere alla Direzione Lavori, con almeno 15 giorni di anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni, i certificati attestanti la conformità delle pellicole retroriflettenti ai requisiti richiesti dal Disciplinare Tecnico, punto 1.2, approvato dal D.M. 23/6/1990.

Caratteristiche tecniche e costruttive dei segnali verticali.

A) Parti metalliche

I segnali saranno realizzati in lamiera di alluminio semicrudo puro al 99%, spessore non inferiore a 25/10 o 30/10 di mm, con perimetro rinforzato da bordatura di irrigidimento realizzata a scatola.

Tutti i segnali dovranno essere completi di attacchi speciali per l'ancoraggio ai sostegni.

Le targhe con superficie superiore a mq. 0,80, i dischi, le figure ottagonali da cm 90 ed i segnali di direzione, dovranno inoltre essere ulteriormente rinforzati mediante l'applicazione, sul retro e per tutta la larghezza del cartello, di due traverse di irrigidimento, sempre in alluminio, completamente scanalate ed idonee allo scorrimento longitudinale delle controstaffe di ancoraggio ai sostegni.

Qualora i segnali siano costituiti da due o più pannelli contigui, questi devono essere perfettamente accostati mediante angolari in metallo resistente alla corrosione, opportunamente forati, completi di bulloneria di collegamento in acciaio inox.

La lamiera di alluminio dovrà essere resa scabra mediante carteggiatura meccanica, sgrassata a fondo e quindi sottoposta a procedimento di fosfacromatizzazione o ad analogo procedimento di pari affidabilità su tutte le superfici.

Il materiale grezzo dopo aver subito detti processi di preparazione ed un trattamento antiossidante con applicazione di vernice tipo Wash-Primer, dovrà essere verniciato a fuoco con prodotti idonei alla cottura a forno che dovrà raggiungere una temperatura di 140° C.

Il retro e la scatolatura dei cartelli sarà ulteriormente finito in colore grigio neutro con speciale smalto sintetico.

Ad evitare forature, tutti i segnali dovranno essere muniti di attacco standard (adatto a sostegni in ferro tubolari del diametro mm. 60 - 90) composto da staffe a corsoio, saldate al segnale da controstaffe in acciaio zincato dello spessore di mm. 3 con due fori, il tutto dovrà essere completo della necessaria bulloneria, sempre in acciaio zincato.

I supporti mono o bifacciali da impiegare per segnali di direzione, località o preavviso, dovranno essere realizzati in alluminio estruso anticorrosione (U.N.I. 3569 nello stato TA 16) con le facce esposte interamente ricoperte da pellicola retroriflettente.

Le saldature ed ogni altro mezzo di giunzione fra il segnale ed i suoi elementi strutturali, attacchi e sostegni dovranno essere eseguiti in modo tale da garantirne l'integrità dalla corrosione, per tutto il periodo di vita utile garantita per ciascun tipo di materiale retroriflettente.

I supporti dovranno avere i seguenti spessori:

- per altezze fino a cm. 25, non inferiore a 25/10 di mm, su tutto lo sviluppo del profilo;

- per altezze superiori a cm. 25, non inferiore a 30/10 di mm., su tutto lo sviluppo del profilo;
- per le targhe bifacciali la distanza fra le due facce non dovrà essere inferiore a mm.25.

B) Rinforzi

Ogni elemento dovrà avere sul retro speciali profilature ad "omega aperto" formanti un canale continuo per tutta la lunghezza del segnale; ciò al fine di irrigidire ulteriormente il supporto e di consentire l'alloggiamento e lo scorrimento della bulloneria di serraggio delle staffe che, pertanto, potranno essere fissate, senza problemi di interasse, anche a sostegni esistenti.

Per profili da cm. 25 e cm. 30, sono richieste tassativamente almeno 2 profilature ad "omega aperto".

C) Giunzioni

Ogni profilo dovrà possedere, lungo i bordi superiore ed inferiore, 2 sagome ad incastro che consentano la sovrapposibilità e la congiunzione dei profili stessi; tale congiunzione, destinata ad offrire adeguate garanzie di solidità, dovrà avvenire mediante l'impiego di un sufficiente numero di bulloncini in acciaio inox da fissarsi sul retro del supporto.

D) Finiture

Le targhe modulari in lega d'alluminio anticorrosione, dovranno consentire l'intercambiabilità di uno o più moduli danneggiati senza dover sostituire l'intero segnale e permettere di apportare variazioni sia di messaggio che di formato, utilizzando il supporto originale.

E) Finitura e composizione della faccia anteriore del segnale

La superficie anteriore dei supporti metallici, preparati e verniciati dovrà essere finita con l'applicazione, sull'intera faccia a vista delle pellicole retroriflettenti:

- a normale efficienza - Classe 1;
- ad alta efficienza - Classe 2;

in conformità a quanto prescritto per ciascun tipo di segnale.

Sui triangoli e dischi della segnaletica di pericolo, divieto e obbligo, la pellicola retroriflettente dovrà costituire un rivestimento senza soluzione di continuità di tutta la faccia utile del cartello, nome convenzionale "a pezzo unico" intendendo definire con questa denominazione un pezzo intero di pellicola sagomato secondo la forma del segnale, stampato mediante metodo serigrafico con speciali paste trasparenti per le parti colorate e nere opache per i simboli.

La stampa dovrà essere effettuata con i prodotti ed i metodi prescritti dal fabbricante delle pellicole retroriflettenti e dovrà mantenere le proprie caratteristiche per un periodo di tempo pari a quello garantito per la durata della pellicola retroriflettente.

Le pellicole retroriflettenti dovranno essere lavorate ed applicate sui supporti metallici mediante le apparecchiature previste dall'Art. 194, comma 1 del D.P.R. 16.12.92 n.495 e successive modifiche ed integrazioni.

L'applicazione dovrà comunque essere eseguita a perfetta regola d'arte secondo le prescrizioni del Produttore delle pellicole.

F) Pellicole

Le pellicole retroriflettenti da impiegare dovranno essere esclusivamente quelle del disciplinare tecnico approvato dal Ministero LL.PP. con decreto del 23/6/1990 ed avere le caratteristiche colorimetriche, fotometriche tecnologiche e di durata previste dal suddetto disciplinare.

Le certificazioni di conformità relative alle pellicole retroriflettenti proposte dovranno contenere gli esiti di tutte le analisi e prove prescritte dal suddetto Disciplinare e, dalla descrizione delle stesse, dovrà risultare, in modo chiaro ed inequivocabile che tutte le prove ed analisi sono state effettuate, secondo le metodologie indicate, sui medesimi campioni per l'intero ciclo e per tutti i colori previsti dalla Tab. 1 del citato Disciplinare Tecnico.

Mediante controlli specifici, da riportare espressamente nelle certificazioni di conformità, dovrà essere comprovato che il marchio di individuazione delle pellicole retroriflettenti (di Classe 1) sia effettivamente integrato con la struttura interna del materiale, inasportabile e perfettamente visibile anche dopo la prova di invecchiamento accelerato strumentale.

G) Retro dei segnali

Sul retro dei segnali dovrà essere indicato quanto previsto dall'Art. 77, comma 7 del D.P.R. 495 del 16/12/1992 e s.m.i..

Sostegni

A) Generalità

I sostegni dei segnali dovranno essere dimensionati per resistere ad una velocità del vento di Km/h 150, pari ad una pressione dinamica di 140 Kg/mq (Circ. 18591/1978 del Servizio Tecnico Centrale del Min. dei LL.PP. relativa al D.M. del 3.10.1978).

B) Sostegni a palo

I sostegni per i segnali verticali (esclusi i portali) dovranno possedere le seguenti caratteristiche:

- acciaio tubolare del diametro variabile da mm 60 a 90, spessore mm. 3;
- zincati a caldo in conformità alle norme U.N.I. 5101 e ASTM 123, previo decapaggio del grezzo, e non verniciati;
- chiusi alla sommità con tappo di plastica e completi di foro alla base per il fissaggio del tondino di ancoraggio;
- muniti di dispositivo inamovibile antirotazione del segnale rispetto al sostegno (esclusi i portali);
- completi di staffe in acciaio zincato a caldo e bulloneria zincata per il fissaggio dei segnali.

5.13.2 Segnaletica orizzontale

5.13.2.1 Norme tecniche di esecuzione

Nella esecuzione dei lavori, l'impresa dovrà attenersi alle prescrizioni che di seguito vengono riportate per le principali categorie di lavoro.

Qualsiasi tipo di segnaletica orizzontale da realizzare deve essere conforme a quanto stabilito dal Nuovo Codice della Strada D.L. num. 285 del 30/04/1992, dal Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada D.P.R. num. 495 del 16/12/92, dal D.P.R. 16 Settembre 1996 num. 610, dalla normativa UNI EN 1436 e dai disegni esecutivi di progetto.

Durante l'esecuzione dei lavori, di norma, il traffico non dovrà subire alcuna sospensione, e l'impresa dovrà provvedere, a sua cura e spese, alle opportune segnalazioni, al fine di evitare qualsiasi incidente stradale di cui rimarrà unica responsabile a qualsiasi effetto.

5.13.2.2 Qualità e provenienza dei materiali

I materiali da impiegare nelle forniture e nei lavori compresi nell'appalto dovranno corrispondere, per caratteristiche, a quanto stabilito nelle Leggi, Regolamenti e disciplinari ufficiali vigenti in materia; in mancanza di particolari prescrizioni dovranno essere delle migliori qualità in commercio in rapporto alla funzione a cui sono destinati.

I materiali, prima della posa in opera, dovranno essere riconosciuti idonei ed accettati dalla Direzione dei Lavori.

I materiali proverranno da località o fabbriche che l'Impresa riterrà di sua convenienza, purché corrispondano ai requisiti di cui sopra, e ne sia certificata provenienza e qualità.

Quando la Direzione dei Lavori abbia rifiutato una qualsiasi provvista come non atta all'impiego, l'Impresa dovrà sostituirla con altra che corrisponda alle caratteristiche volute.

Malgrado l'accettazione dei materiali da parte della Direzione dei Lavori, l'Impresa resta unica responsabile della buona esecuzione dei lavori anche per quanto può dipendere dai materiali stessi.

I materiali da impiegare nei lavori dovranno corrispondere ai requisiti di seguito fissati.

5.13.2.3 Prescrizioni generali di esecuzione delle principali categorie di lavoro e forniture

Per regola generale nell'esecuzione dei lavori e delle forniture l'Impresa dovrà attenersi alle migliori regole dell'arte nonché alle prescrizioni che di seguito vengono date per le principali categorie di lavori.

Per tutte le categorie di lavori e quindi anche per quelle relativamente alle quali non si trovino, nel presente Capitolato ed annesso Elenco dei Prezzi, prescritte speciali norme, l'Impresa dovrà seguire i migliori procedimenti prescritti dalla tecnica e dalla normativa vigente attenendosi agli ordini che all'uopo impartirà la Direzione Lavori all'atto esecutivo.

Tutte le forniture ed i lavori in genere, principali ed accessori previsti o eventuali, dovranno essere eseguiti a perfetta regola d'arte, con materiali e magisteri appropriati e rispondenti alla specie di lavoro che si richiede ed alla loro destinazione.

5.13.2.4 *Accertamenti preliminari*

In base ai risultati delle analisi e degli studi eseguiti, l'Impresa dovrà presentare, entro e non oltre dieci giorni dalla data di ricevimento della lettera d'affidamento, la composizione della miscela che intende adottare, corredando la soluzione proposta con la completa documentazione in originale degli studi effettuati in laboratorio, che dovranno possedere i requisiti descritti nei paragrafi successivi, con i certificati d'origine rilasciati dal Produttore del materiale e l'indicazione del cantiere di utilizzo della miscela.

I materiali da impiegare nelle lavorazioni dovranno essere forniti da Produttori che dimostrino la disponibilità di un efficiente sistema per il controllo qualitativo della produzione, secondo quanto disposto dalla Circolare del Ministero LL.PP. num. 2357 del 16.05.1996 (Gazzetta Ufficiale num. 125 del 30.05.1996) e successive modificazioni; in particolare i produttori dovranno essere in possesso della certificazione del sistema qualità dell'azienda secondo norma UNI EN ISO 9001/2008 e presentare una dichiarazione di conformità ai sensi della norma UNI CEI ISO/IEC 17050/2005 (criteri generali per la dichiarazione di conformità rilasciata dal fornitore).

La D.L. si riserva di approvare i risultati prodotti o di far eseguire nuove ricerche prima di effettuare la consegna dei lavori. L'approvazione non elimina comunque la responsabilità dell'Impresa circa il raggiungimento dei requisiti finali della miscela di prova.

5.13.2.5 *Vernice rifrangente*

La pittura che sarà adoperata per l'esecuzione della segnaletica orizzontale, dovrà essere accompagnata da scheda tecnica rilasciata da laboratorio abilitato, in cui devono essere dichiarate le caratteristiche generali e specifiche relative al prodotto verniciante bagnato, alla pellicola risultante dopo l'essiccazione e alle sfere di vetro.

Può essere di due tipi:

1 – idropitture con microsfere di vetro postspruzzate:

la vernice deve essere costituita da una miscela di resina e plastificanti, pigmenti e materiali riempitivi il tutto contenuto in una sospensione a base d'acqua.

2 – pitture a freddo con microsfere di vetro premiscelate e postspruzzate:

la vernice deve essere costituita da una miscela di resine e plastificanti, da pigmenti e materiali riempitivi, da microsfere di vetro; il tutto disperso in diluenti o solventi idonei.

La pittura fornita dovrà soddisfare i requisiti richiesti dal presente Capitolato ed essere conforme alla norma:

- UNI EN 1423/2004 per quel che riguarda le caratteristiche delle microsfere di vetro

- UNI EN 1436 per quel che riguarda le prestazioni della segnaletica orizzontale

Durante l'esecuzione della segnaletica orizzontale, la D.L. potrà disporre il prelievo dal serbatoio, della macchina traccialinee, di campioni di circa 5 kg cadauno, da inviare a cura e spese della Stazione Appaltante, ai Laboratori Ufficiali per le prove di verifica della corrispondenza della pittura ai requisiti prescritti dal presente Capitolato e alla dichiarazione delle caratteristiche del Cottimista.

I campioni trasferiti in adatti contenitori (si raccomanda l'uso di contenitori metallici, in vetro o in plastica che abbiano l'apertura sufficientemente ampia da consentire la omogeneizzazione meccanica in laboratorio) e riempiti per il 95% del loro volume, saranno chiusi ermeticamente ed etichettati con le seguenti note necessarie a identificare univocamente il campione:

- Descrizione del prodotto
- Ditta produttrice
- Data di fabbricazione
- Numerosità e caratteristiche della partita
- Contrassegno
- Luogo del prelievo
- Data del prelievo
- Firme degli incaricati

Il prelievo sarà eseguito secondo la norma UNI 8359-82, punto 5.

La D.L., in corrispondenza dell'apparecchiatura erogatrice, potrà disporre il prelievo, su lamierini metallici dalle dimensioni di 40*20*0.05 cm, di strisce di pittura, per misurarne lo spessore medio, con lo scopo di risalire alla resa effettiva del prodotto verniciante.

Qualora la pittura non risulti conforme ad una o più caratteristiche richieste, l'Amministrazione, a suo insindacabile giudizio, potrà imporre la sostituzione con altra pittura idonea senza che ciò comporti spese aggiuntive rispetto a quelle concordate.

La Direzione Lavori potrà ordinare, prima dell'inizio dei lavori, una stesa di prova (100 ml) per una verifica della corrispondenza delle caratteristiche fra la vernice posta in opera e quella di progetto, il tutto a cura e spesa dell'Impresa su aree di scelta della Stazione Appaltante.

5.13.2.6 Termospazzato plastico

Il materiale termoplastico deve essere costituito da una miscela di resine idrocarburiche sintetiche plastificate con olio minerale, da pigmenti ed aggregati, da microsfere di vetro, premiscelate e postsprazzate, da applicare a spruzzo e/o per estrusione a caldo.

La pittura fornita dovrà soddisfare i requisiti richiesti dal presente Capitolato ed essere conforme alla norma:

- UNI EN 1423/2004 per quel che riguarda le caratteristiche delle microsfere di vetro;

- UNI EN 1436 per quel che riguarda le prestazione della segnaletica orizzontale

La D.L. disporrà l'esecuzione di prove in situ atte a verificare la rugosità del prodotto stesso, la visibilità diurna, il contrasto con la pavimentazione e la visibilità notturna.

5.13.2.7 Laminato elastoplastico

La striscia laminata deve essere costituita da laminati elastoplastici, autoadesivi costituiti da polimeri d'alta qualità, contenenti microgranuli di materiale speciale ad alto potere antisdrucchiolo, di pigmenti stabili nel tempo e con microsfere di vetro o di ceramica con ottime caratteristiche di rifrazione e ad elevata resistenza all'usura. Devono essere inoltre impermeabili, idrorepellenti, antiderapanti, resistenti alle soluzioni saline, alle escursioni termiche, all'abrasione e non devono scolorire al sole.

Il materiale fornito dovrà soddisfare i requisiti richiesti dal presente Capitolato ed essere conforme alla norma:

- UNI EN 1423/2004 per quel che riguarda le caratteristiche delle microsfere di vetro
- UNI EN 1436 per quel che riguarda le prestazione della segnaletica orizzontale

5.13.3 Standard prestazionali segnaletica orizzontale con vernice rifrangente

5.13.3.1 Generalità

Le segnalazioni orizzontali saranno costituite da strisce longitudinali, strisce trasversali ed altri simboli ed iscrizioni come all'art. 40 del Nuovo Codice della Strada approvato con D.P.R. 16.12.1992, n. 495 ed agli artt. da 137 a 155 del Regolamento di attuazione e successive modifiche con D.P.R. n°610 del 16.09.1996 ed essere conformi per colori, forme e dimensioni.

Le caratteristiche fotometriche, colorimetriche, di scivolosità e di durata dei materiali da usare per i segnali orizzontali, dovranno essere conformi alla normativa UNI EN 1436.

I colori della segnaletica orizzontale devono corrispondere alle seguenti tinte della scala R.A.L.: bianco R.A.L. 9016, giallo R.A.L. 1007.

La garanzia di durata della vita funzionale minima di tutta la segnaletica orizzontale, ai sensi della norma UNI EN 1436 paragrafo 3.4, sarà di 8 (otto) mesi, decorrenti dalla data di emissione del Certificato di Ultimazione Lavori; durante tale periodo sarà a carico dell'Impresa mantenere gli standard prestazionali della segnaletica secondo quanto indicato nel presente Capitolato.

I bordi delle strisce, linee d'arresto, zebrature, scritte, ecc., dovranno risultare nitidi e le superfici delle parti trattate con la pittura dovranno essere uniformemente coperte in modo tale da non far trasparire, in nessun caso e per tutto il periodo di garanzia il colore della sottostante pavimentazione ancorché di nuova realizzazione o della segnaletica preesistente.

Le strisce orizzontali dovranno risultare perfettamente allineate con l'asse della strada, senza sbandamenti o svergolature.

La stesura della pittura dovrà essere preceduta da una accurata pulizia dell'area di superficie stradale interessata dalle strisce longitudinali, attraversamenti, frecce, iscrizioni e simboli.

In particolare le superfici dovranno presentarsi esenti da polveri, sostanze grasse e untuose e macchie di qualsiasi altra natura.

E' vietata l'eliminazione di tracce di olio e grasso a mezzo di solventi.

La pittura dovrà essere applicata sulla superficie stradale asciutta, priva di crepe o irregolarità che possano ostacolare l'applicazione del materiale e in condizioni ambientali ottimali; in particolare si avrà la precauzione di non operare in presenza di vento per evitare dispersioni di prodotto e di perline ai lati delle zone da coprire con la pittura.

In fase di stesura, particolare cura dovrà essere posta nella realizzazione delle strisce longitudinali che interessano tratti stradali curvilinei, nelle aree di intersezione ed in prossimità di ostacoli posti sulla piattaforma stradale.

Nel caso in cui non si siano verificate le condizioni idonee all'applicazione, l'Impresa non dovrà procedere all'esecuzione del lavoro e dovrà avvisare la Direzione Lavori per avere istruzioni.

La stesura della vernice e della post spruzzatura nelle aree di intersezione dovrà essere effettuata con idonea attrezzatura che permetta una uniformità nella posa delle perline in post spruzzatura con conseguente raggiungimento dei parametri di luminanza retroriflessa RL su tutta la superficie trattata .

5.13.3.2 Caratteristiche della vernice rifrangente

Le vernici rifrangenti sono pitture che contengono perline di vetro capaci di retroriflettere, immediatamente dopo l'applicazione, la luce proiettata dai fari degli autoveicoli.

La vernice posta in opera, dovrà rispettare per tutto il periodo di garanzia, i seguenti coefficienti minimi di luminanza retroriflessa RL.

Colore BIANCO del segnale orizzontale permanente:

- Classe R2, $RL \geq 100 \text{ mcd} \cdot \text{lux}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$ in condizioni asciutte;
- Classe RW1, $RL \geq 25 \text{ mcd} \cdot \text{lux}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$ in condizioni di bagnato;
- Classe RR1, $RL \geq 25 \text{ mcd} \cdot \text{lux}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$ in condizioni di pioggia.

Colore GIALLO del segnale orizzontale provvisorio:

- Classe R3, $RL \geq 150 \text{ mcd} \cdot \text{lux}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$ in condizioni asciutte;
- Classe RW1, $RL \geq 25 \text{ mcd} \cdot \text{lux}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$ in condizioni di bagnato;
- Classe RR1, $RL \geq 25 \text{ mcd} \cdot \text{lux}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$ in condizioni di pioggia.

Colore GIALLO del segnale orizzontale permanente:

- Classe R3, $RL \geq 80 \text{ mcd} \cdot \text{lux}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$ in condizioni asciutte;
- Classe RW1, $RL \geq 25 \text{ mcd} \cdot \text{lux}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$ in condizioni di bagnato;
- Classe RR1, $RL \geq 25 \text{ mcd} \cdot \text{lux}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$ in condizioni di pioggia.

Secondo quanto stabilito dalla norma UNI EN 1436 paragrafo 4.3 prospetto 2 – 3 - 4.

Per la pittura bianca il pigmento inorganico sarà costituito da biossido di titanio con o senza aggiunta di ossido di zinco.

Per quanto concerne le cariche contenute nel prodotto verniciante, queste dovranno, per qualità, forma e dimensioni, contribuire a migliorare le caratteristiche di resistenza meccanica dello strato di pittura applicata, e in particolare a rendere meno scivolosa la segnaletica orizzontale realizzata, con valori di Classe S1 di resistenza al derapaggio $SRT \geq 45$ (Skid Resistance Tester) secondo quanto stabilito dalla norma UNI EN 1436 paragrafo 4.5 prospetto 7 per tutta la vita utile.

La pittura non dovrà contenere coloranti organici e non dovrà scolorire sotto l'azione dei raggi UV.

Il solvente o le miscele di solventi utilizzati, dovranno facilitare la formazione di una striscia longitudinale omogenea e priva di difetti (la pittura dovrà aderire tenacemente alla superficie stradale), inoltre dovranno evaporare rapidamente senza attaccare il sottostante legante bituminoso.

La pittura dovrà essere omogenea, ben macinata e di consistenza liscia e uniforme, non dovrà fare crosta né diventare gelatinosa od ispessirsi; dovrà consentire la miscelazione nel recipiente contenitore senza difficoltà, mediante l'uso di una spatola.

La pittura non dovrà assorbire grassi, oli ed altre sostanze tali da causare la formazione di macchie e la sua composizione chimica dovrà essere tale che, applicata sulla pavimentazione stradale, anche nei mesi estivi, non presenti tracce di inquinamento da sostanze bituminose, e dovrà essere comunque idonea a resistere all'affioramento del legante bituminoso.

5.13.3.3 *Caratteristiche dell'attrezzatura traccialinee per segnaletica orizzontale*

La segnaletica orizzontale in vernice dovrà essere eseguita con apposita attrezzatura traccialinee a spruzzo con dispositivo di post-spruzzatura delle perline di vetro, con l'utilizzo di personale specializzato.

Le attrezzature nella disponibilità dell'azienda aggiudicataria dovranno connotarsi per i seguenti requisiti minimi richiesti:

1. macchina traccialinee accompagnata dalle seguenti certificazioni:
2. dichiarazione di conformità CE ai sensi della Direttiva Macchine 98/37/CE;
3. dichiarazione di conformità CE ai sensi della Direttiva Attrezzature a pressione 97/23/CE;
4. sketch rilevamento rumore con risultati ottenuti in accordo alle normative ISO11202/97 (LpA) e ISO3744/97 (Lwa);
5. sketch rilevamento vibrazioni con risultati ottenuti in accordo alla normativa ISO2631/97.

Per la realizzazione delle linee longitudinali, la D.L. potrà richiedere una attrezzatura traccialinee con le seguenti caratteristiche tecniche:

1. serbatoio vernice della capacità minima di 150 litri;
2. trazione oleodinamica su entrambe le ruote posteriori con rampa a cilindrata variabile per un controllo costante della velocità e pertanto della quantità di prodotto applicato;
3. dispositivo elettronico di tratteggio con almeno 6 misure differenti di vuota e pieno;
4. pistole pneumatiche con dispositivo di spruzzo pneumatico a cannocchiale;
5. pistola manuale per scritte, zerbature;
6. dispositivo spargiperline con serbatoio della capacità minima di 50 litri e relativa pistola con valvola regolabile per ritardo chiusura rispetto alla pistola della vernice.

5.13.3.4 Caratteristiche particolari della vernice rifrangente

a) Tempo di essiccamento

In relazione alla macrorugosità, alle deformazioni del profilo longitudinale e trasversale della pavimentazione stradale e all'umidità dell'aria, la vernice applicata sulla superficie alla temperatura dell'aria compresa tra +10°C e + 40°C ed umidità relativa non superiore al 70%, deve asciugarsi entro 15 minuti dall'applicazione. Trascorso tale periodo di tempo la pittura non deve sporcare o scolorire sotto l'azione delle ruote gommate degli autoveicoli in transito.

Le idropitture devono essere impiegate con una temperatura dell'aria superiore a 10° e con un'umidità relativa inferiore all' 80%.

b) Colore della pittura

Il colore della pittura, inteso come sensazione cromatica percepita dall'osservatore standard, verrà determinato in laboratorio attraverso le coordinate cromatiche (x, y) su un campione di segnaletica, secondo quanto stabilito dalla norma UNI EN 1436 paragrafo 4.4 prospetto 6.

Il campione di segnaletica, su cui eseguire le letture colorimetriche, sarà predisposto in laboratorio, oppure verrà utilizzato, se presente, il campione di pittura spruzzata direttamente su un supporto metallico e prelevato in sito su disposizione della D.L.

Ai fini della classificazione della visibilità del prodotto verniciante, verrà rilevato secondo quanto specificato nel prospetto 5 della normativa di cui sopra, anche il fattore di luminanza β .

Per quanto riguarda la segnaletica orizzontale asciutta la classe del fattore di luminanza per colore BIANCO dovrà essere pari a $\beta \geq 0,30$, per colore GIALLO dovrà essere pari a $\beta \geq 0,20$.

5.13.3.5 Caratteristiche particolari delle sfere di vetro

Le microsfele dovranno rispettare i requisiti previste nella norma UNI EN 1423/2004

a) *Indice di rifrazione*

per quel che riguarda le caratteristiche delle microsferi di vetro si richiede di adottare microsferi con indice di rifrazione n conforme alla Classe A, $n \geq 1,50$.

5.13.3.6 Prove e misurazioni in situ

a) Resistenza all'attrito radente (SRT)

La resistenza all'attrito radente della segnaletica orizzontale, verrà rilevata secondo quanto stabilito all'appendice D della normativa UNI EN 1436.

La resistenza all'attrito dei segnali orizzontali non dovrà risultare inferiore all'80% dei valori misurati in corrispondenza della pavimentazione limitrofa e comunque il valore SRT rilevato non dovrà essere inferiore a 45.

I controlli dei valori di abrasibilità devono essere eseguiti con l'apparecchio "Skid Tester Resistance", consistente in un pendolo oscillante accoppiato ad un cursore di gomma nella sua estremità libera.

Lo strumento in oggetto rileva la perdita di energia del pendolo, causata dalla frizione del cursore in gomma su una data area del segnale orizzontale, con risultato espresso in unità SRT.

Il valore di abrasibilità deve essere dato dalla media di cinque letture eseguite in ogni singolo punto scelto, nel tratto riferito ai rapportini giornalieri, se i valori rilevati non differiscono di più di tre unità; altrimenti devono essere effettuate misure successive finché si otterranno cinque valori che non differiscono di più di tre unità.

Qualora la D.L. lo reputi necessario potrà prescrivere che, in zone caratterizzate da condizioni climatiche particolarmente avverse e in prossimità delle intersezioni stradali, il valore SRT della segnaletica non dovrà essere inferiore al valore rilevato sulla pavimentazione.

b) Visibilità notturna (RL) in condizioni di asciutto

La visibilità e notturna della segnaletica orizzontale sarà determinata in sito mediante il rilievo del coefficiente di luminanza retroriflessa (RL) secondo l'appendice B della normativa UNI EN 1436.

I controlli dei valori di retroriflessione devono essere eseguiti:

impiegando una strumentazione dinamica ad alto rendimento fornita da laboratorio indicato dalla Stazione Appaltante, per la misurazione automatica in continuo del coefficiente di luminanza retroriflessa.

I valori di visibilità devono essere rilevati in continuo con un intervallo di 40 cm e devono essere restituiti con il loro valore medio per tratti omogenei di 100 m.

impiegando una strumentazione portatile in sito (elettroflettometro) fornita dalla Ditta esecutrice delle lavorazioni; sarà obbligo fornire alla D.L. certificato di taratura della strumentazione avente data dell'anno di esecuzione dei lavori in corso.

La Direzione Lavori provvederà ad effettuare i controlli per verificare il valore del coefficiente di luminanza retroriflessa; tali misurazioni saranno effettuate in contraddittorio con l'Appaltatore, nei luoghi che la D.L.

riterrà più opportuni. Dovrà essere effettuato minimo un controllo nel corso della vita utile stabilita dal presente Capitolato.

La Direzione Lavori, iniziati i lavori di ripasso, provvederà ad effettuare almeno 10 misurazioni di controllo per ogni strada prevista in contratto per verificare il valore del coefficiente; tali misurazioni saranno effettuate in contraddittorio con l'Appaltatore, nei luoghi che la D.L. riterrà più opportuni.

Ogni misurazione sarà composta da almeno 4 rilievi effettuati ad una distanza di circa 1 mt. tra loro: la media dei rilievi sarà assunta come valore finale.

A discrezione della Direzione Lavori, nel caso di verifica del coefficiente di luminanza retroriflessa per lavori di rifacimento segnaletica per attraversamenti pedonali, fasce d'arresto continue, zebraure, i valori di visibilità risulteranno dalla media di tre sondaggi eseguiti nel tratto scelto per il controllo.

Le misurazioni effettuate dovranno essere riportate su apposito rapportino indicante gli estremi del contratto, la data, la progressiva chilometrica, l'esatta ubicazione dei rilievi ed i valori riscontrati; il rapportino dovrà essere firmato dall'Appaltatore e dall'incaricato della Direzione Lavori.

Qualora i valori rilevati risultino inferiori, l'Appaltatore avrà l'obbligo di ripassare la segnaletica eseguita a proprie cure e spese entro 15 giorni naturali e consecutivi; successivamente dovranno essere effettuate altre 10 misurazioni per verificare il valore del coefficiente. Nel caso in cui i valori risultassero insufficienti, l'Appaltatore dovrà nuovamente ripetere la procedura.

Al terzo ciclo di misurazioni riportanti un valore insufficiente, è facoltà della Società rescindere il contratto.

Prima dello scadere della garanzia prescritta, o comunque prima del nuovo ripasso, la Direzione Lavori provvederà ad effettuare almeno 10 misurazioni di controllo per ogni strada prevista in contratto al fine di verificare il valore del coefficiente che dovrà risultare dalla media delle misurazioni, superiore ai valori indicati in Capitolato; tali misurazioni saranno effettuate in contraddittorio con l'Appaltatore, nei luoghi che la D.L. riterrà più opportuni.

Se la media dei valori risultanti dalle misurazioni di controllo risultasse inferiore a ai valori minimi previsti nel presente Capitolato, la Società si avvarrà della facoltà di escutere dalla fideiussione contrattuale un importo pari alla cifra liquidata per i lavori eseguiti sull'intero tronco di ogni strada interessata.

In alternativa l'Appaltatore potrà effettuare il ripasso di tutta la segnaletica orizzontale difforme ed eseguire le relative misurazioni di controllo secondo le modalità di cui sopra.

Tutti i costi relativi alle prove, segnaletica di cantiere, personale, strumentazione, misurazioni, e quant'altro, saranno a carico dell'Appaltatore.

c) Colore (fattore di luminanza β e cromaticità)

I controlli delle coordinate tricromatiche saranno eseguiti, come previsto dall'appendice C della UNI 1436, con uno strumento dotato di una sorgente luminosa avente una distribuzione spettrale del tipo D65, come definito dalla norma ISO/CIE 10526. La configurazione geometrica di misura da impiegare deve essere la 45/0, con un angolo d'illuminazione di $45^\circ \pm 5^\circ$ e un angolo d'osservazione di $0^\circ \pm 10^\circ$. Gli angoli si intendono

misurati rispetto alla normale alla superficie della segnaletica. La superficie minima misurata deve essere di 5 cm². Per delle superfici molto rugose, la superficie di misurazione deve essere superiore a 5 cm², ad esempio 25 cm². Il valore delle coordinate tricromatiche deve essere determinato, in funzione della tipologia della segnaletica e più precisamente:

linee longitudinali:

deve risultare dalla media di tre sondaggi eseguiti nel tratto scelto per il controllo (tratto riferito ai rapporti giornalieri e/o ordinativi di servizio). In ogni sondaggio devono essere effettuate minimo tre letture dei valori delle coordinate cromatiche.

simboli:

per ogni simbolo, il valore delle coordinate tricromatiche, sarà dato dalla media delle letture in cinque punti diversi.

lettere:

per ogni lettera il valore delle coordinate tricromatiche sarà dato dalla media delle letture in tre punti diversi.

linee trasversali:

per ogni striscia trasversale il valore delle coordinate tricromatiche sarà dato dalla media delle letture in cinque punti diversi

5.13.4 Standard prestazionali segnaletica orizzontale in termospruzzato plastico

5.13.4.1 Generalità

E' fatto obbligo all'impresa realizzatrice di certificare su quali arterie stradali il prodotto da adoperare è stato già applicato e con quale esito, soprattutto per quanto riguarda la durata e la antisdrucchiolevolezza in relazione al traffico ed allo spessore dello spruzzato termoplastico.

L'Impresa realizzatrice deve fornire, a sue spese, un certificato emesso dal produttore con il nome ed il tipo di materiale da adoperare, la composizione chimica ed altri elementi che possono essere richiesti dalla Direzione dei Lavori. Il certificato deve essere autenticato dal rappresentante legale della Società produttrice.

La Direzione dei Lavori si riserva di prelevare campioni di spruzzato termoplastico, prima e dopo la stesura, per farli sottoporre alle prove che riterrà opportune, presso laboratori ufficiali, onde controllare le caratteristiche in precedenza indicate e richieste; le spese relative saranno a carico dell'Impresa realizzatrice.

Il materiale fornito dovrà soddisfare i requisiti richiesti dal presente Capitolato ed essere conforme alla norma

Le segnalazioni orizzontali saranno costituite da strisce longitudinali, strisce trasversali ed altri simboli ed iscrizioni come all'art. 40 del Nuovo Codice della Strada approvato con D.P.R. 16.12.1992, n. 495 ed agli

artt. da 137 a 155 del Regolamento di attuazione e successive modifiche con D.P.R. n°610 del 16.09.1996 ed essere conformi per colori, forme e dimensioni.

Le caratteristiche fotometriche, colorimetriche, di scivolosità e di durata dei materiali da usare per i segnali orizzontali, dovranno essere conformi alla normativa UNI EN 1436 e UNI EN 1423/2004 per quel che riguarda le caratteristiche delle microsferiche di vetro.

I colori della segnaletica orizzontale devono corrispondere alle seguenti tinte della scala R.A.L.: bianco R.A.L. 9016, giallo R.A.L. 1007.

La garanzia di durata della vita funzionale minima di tutta la segnaletica orizzontale, ai sensi della norma UNI EN 1436 paragrafo 3.4, sarà di mesi dodici dalla data di posa della vernice; durante tale periodo sarà a carico dell'Impresa mantenere gli standard prestazionali della segnaletica secondo quanto indicato nel presente Capitolato.

I bordi delle strisce, linee d'arresto, zebraure, scritte, ecc., dovranno risultare nitidi e le superfici delle parti trattate con la pittura dovranno essere uniformemente coperte in modo tale da non far trasparire, in nessun caso e per tutto il periodo di garanzia il colore della sottostante pavimentazione ancorché di nuova realizzazione o della segnaletica preesistente.

Le strisce orizzontali dovranno risultare perfettamente allineate con l'asse della strada, senza sbandamenti o svergolature.

La stesura della pittura dovrà essere preceduta da una accurata pulizia dell'area di superficie stradale interessata dalle strisce longitudinali, attraversamenti, frecce, iscrizioni e simboli.

In particolare le superfici dovranno presentarsi esenti da polveri, sostanze grasse e untuose e macchie di qualsiasi altra natura.

E' vietata l'eliminazione di tracce di olio e grasso a mezzo di solventi.

5.13.4.2 Caratteristiche del materiale termospruzzato

Il materiale termospruzzato posto in opera, dovrà rispettare per tutto il periodo di garanzia di mesi dodici dalla data di effettiva stesa, i seguenti coefficienti minimi di luminanza retroriflessa RL.

Colore BIANCO del segnale orizzontale permanente:

- Classe R2, $RL \geq 100 \text{ mcd} \cdot \text{lux}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$ in condizioni asciutte;
- Classe RW1, $RL \geq 25 \text{ mcd} \cdot \text{lux}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$ in condizioni di bagnato;
- Classe RR1, $RL \geq 25 \text{ mcd} \cdot \text{lux}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$ in condizioni di pioggia.

Colore GIALLO del segnale orizzontale provvisorio:

- Classe R3, $RL \geq 150 \text{ mcd} \cdot \text{lux}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$ in condizioni asciutte;
- Classe RW1, $RL \geq 25 \text{ mcd} \cdot \text{lux}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$ in condizioni di bagnato;
- Classe RR1, $RL \geq 25 \text{ mcd} \cdot \text{lux}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$ in condizioni di pioggia.

Colore GIALLO del segnale orizzontale permanente:

- Classe R3, $RL \geq 80 \text{ mcd} \cdot \text{lux}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$ in condizioni asciutte;
- Classe RW1, $RL \geq 25 \text{ mcd} \cdot \text{lux}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$ in condizioni di bagnato;
- Classe RR1, $RL \geq 25 \text{ mcd} \cdot \text{lux}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$ in condizioni di pioggia.

Secondo quanto stabilito dalla norma UNI EN 1436 paragrafo 4.3 prospetto 2 – 3 - 4.

Per quanto concerne le cariche contenute nel prodotto verniciante, queste dovranno, per qualità, forma e dimensioni, contribuire a migliorare le caratteristiche di resistenza meccanica dello strato di pittura applicata, e in particolare a rendere meno scivolosa la segnaletica orizzontale realizzata, con valori di Classe S1 di resistenza al derapaggio $SRT \geq 45$ (Skid Resistance Tester) secondo quanto stabilito dalla norma UNI EN 1436 paragrafo 4.5 prospetto 7 per tutta la vita utile.

5.13.4.3 Sistema di applicazione

L'attrezzatura richiesta per effettuare la segnaletica orizzontale con spruzzato termoplastico è costituita da due autocarri, su uno dei quali viene effettuata la prefusione del materiale e sull'altro viene trasportata la macchina spruzzatrice equipaggiata con un compressore capace di produrre un minimo di 2 mc. di aria al minuto alla pressione di 7 kg/cm². Un minimo di due pistole spruzzatrici per il termoplastico e due per le microsfere da sovraspruzzare devono essere disponibili ai bordi della macchina, in modo che strisce di larghezza compresa tra cm. 10 e cm. 30 possano essere ottenute con una passata unica e che due strisce continue parallele, oppure una continua ed una tratteggiata possano essere realizzate contemporaneamente. Le due pistole per spruzzare il termoplastico devono essere scaldate in modo che la fuoriuscita del materiale avvenga alla giusta temperatura, onde ottenere una striscia netta, diritta senza incrostazioni o macchie.

Le due pistole per le microsfere dovranno essere sincronizzate in modo tale da poter spruzzare immediatamente, sopra la striscia di termoplastico ancora calda, la quantità di microsfere di vetro indicata nel presente articolo.

La macchina spruzzatrice deve essere fornita di un selezionatore automatico che consenta la realizzazione delle strisce tratteggiate senza premarcatura ed alla normale velocità di applicazione dello spruzzato termoplastico.

L'impresa esecutrice provvederà anche alle attrezzature adeguate ed alla manodopera specializzata per eseguire la spruzzatura a mano di frecce, scritte, ecc.

Lo spruzzato termoplastico sarà applicato alla temperatura di 200 gradi C circa sul manto stradale asciutto ed accuratamente pulito anche da vecchia segnaletica orizzontale.

Lo spessore delle strisce e delle zebra deve essere di norma di 1,5 mm, mentre lo spessore delle frecce e delle scritte deve essere di norma di 2.5 mm.

La Direzione dei Lavori potrà diminuire gli spessori indicati fino ai limiti qui appresso indicati:

- per le strisce, preferibilmente per la striscia gialla di margine, fino ad un minimo di 1,2 mm;
- per le zebraure fino ad un minimo di 1.2 mm;
- per le frecce e le scritte fino ad un minimo di 2.0 mm.

5.13.4.4 Caratteristiche particolari materiale termospruzzato

a) Tempo di essiccamento

In relazione alla macrorugosità, alle deformazioni del profilo longitudinale e trasversale della pavimentazione stradale e all'umidità dell'aria, la vernice applicata sulla superficie alla temperatura la vernice applicata sulla superficie stradale (manto in conglomerato bituminoso, manto in conglomerato bituminoso drenante, manto in conglomerato cementizio), alla temperatura dell'aria compresa tra +10°C e + 40°C e umidità relativa non superiore al 70%, deve solidificarsi entro 30 secondi per lo spruzzato ed entro 180÷240 secondi per l'estruso dell'applicazione. Trascorso tale periodo di tempo la pittura non deve sporcare o scolorire sotto l'azione delle ruote gommate degli autoveicoli in transito. In presenza di superfici umide e/o con umidità relativa superiore al 70%, ainsindacabile giudizio del Direttore dei Lavori, l'applicazione della segnaletica deve essere preceduta da una fase d'asciugatura della pavimentazione (termoriscaldatura) al fine di garantire una perfetta adesione del prodotto. Trascorso tale periodo di tempo la pittura non deve sporcare o scolorire sotto l'azione delle ruote gommate degli autoveicoli in transito.

b) Colore della pittura

Il colore della pittura, inteso come sensazione cromatica percepita dall'osservatore standard, verrà determinato in laboratorio attraverso le coordinate cromatiche (x, y) su un campione di segnaletica, secondo quanto stabilito dalla norma UNI EN 1436 paragrafo 4.4 prospetto 6.

Il campione di segnaletica, su cui eseguire le letture colorimetriche, sarà predisposto in laboratorio, oppure verrà utilizzato, se presente, il campione di pittura spruzzata direttamente su un supporto metallico e prelevato in sito su disposizione della D.L.

Ai fini della classificazione della visibilità del prodotto verniciante, verrà rilevato secondo quanto specificato nel prospetto 5 della normativa di cui sopra, anche il fattore di luminanza β .

Per quanto riguarda la segnaletica orizzontale asciutta la classe del fattore di luminanza per colore BIANCO dovrà essere pari a $\beta \geq 0,30$, per colore GIALLO dovrà essere pari a $\beta \geq 0,20$.

5.13.4.5 Caratteristiche particolari delle sfere di vetro

Le microsfele dovranno rispettare i requisiti previste nella norma UNI EN 1423/2004

a) Indice di rifrazione

per quel che riguarda le caratteristiche delle microsfele di vetro si richiede di adottare microsfele con indice di rifrazione n conforme alla Classe A, $n \geq 1,50$.

5.13.4.6 Prove e misurazioni in situ

a) Resistenza all'attrito radente (SRT)

La resistenza all'attrito radente della segnaletica orizzontale, verrà rilevata secondo quanto stabilito all'appendice D della normativa UNI EN 1436.

La resistenza all'attrito dei segnali orizzontali non dovrà risultare inferiore all'80% dei valori misurati in corrispondenza della pavimentazione limitrofa e comunque il valore SRT rilevato non dovrà essere inferiore a 45.

I controlli dei valori di abrasibilità devono essere eseguiti con l'apparecchio "Skid Tester Resistance", consistente in un pendolo oscillante accoppiato ad un cursore di gomma nella sua estremità libera.

Lo strumento in oggetto rileva la perdita di energia del pendolo, causata dalla frizione del cursore in gomma su una data area del segnale orizzontale, con risultato espresso in unità SRT.

Il valore di abrasibilità deve essere dato dalla media di cinque letture eseguite in ogni singolo punto scelto, nel tratto riferito ai rapportini giornalieri, se i valori rilevati non differiscono di più di tre unità; altrimenti devono essere effettuate misure successive finché si otterranno cinque valori che non differiscono di più di tre unità.

Qualora la D.L. lo reputi necessario potrà prescrivere che, in zone caratterizzate da condizioni climatiche particolarmente avverse e in prossimità delle intersezioni stradali, il valore SRT della segnaletica non dovrà essere inferiore al valore rilevato sulla pavimentazione.

b) Visibilità notturna (RL) in condizioni di asciutto

La visibilità e notturna della segnaletica orizzontale sarà determinata in sito mediante il rilievo del coefficiente di luminanza retroriflessa (RL) secondo l'appendice B della normativa UNI EN 1436.

I controlli dei valori di retroriflessione devono essere eseguiti:

impiegando una strumentazione dinamica ad alto rendimento fornita da laboratorio indicato dalla Stazione Appaltante, per la misurazione automatica in continuo del coefficiente di luminanza retroriflessa.

I valori di visibilità devono essere rilevati in continuo con un intervallo di 40 cm e devono essere restituiti con il loro valore medio per tratti omogenei di 100 m.

impiegando una strumentazione portatile in sito (elettroreflettometro) fornita dalla Ditta esecutrice delle lavorazioni; sarà obbligo fornire alla D.L. certificato di taratura della strumentazione avente data dell'anno di esecuzione dei lavori in corso.

I valori di visibilità risulteranno dalla media di tre sondaggi eseguiti nel tratto scelto per il controllo.

Dovrà essere effettuato minimo un controllo nel corso della vita utile stabilita dal presente Capitolato.

La Direzione Lavori provvederà ad effettuare i controlli per verificare il valore del coefficiente di luminanza retroriflessa; tali misurazioni saranno effettuate in contraddittorio con l'Appaltatore, nei luoghi che la D.L. riterrà più opportuni.

Le misurazioni effettuate dovranno essere riportate su apposito rapportino indicante gli estremi del contratto, la data, la progressiva chilometrica, l'esatta ubicazione dei rilievi ed i valori riscontrati; il rapportino dovrà essere firmato dall'Appaltatore e dall'incaricato della Direzione Lavori.

Qualora i valori rilevati risultino inferiori, l'Appaltatore avrà l'obbligo di ripassare la segnaletica eseguita a proprie cure e spese entro 15 giorni naturali e consecutivi; successivamente dovranno essere effettuate altre 10 misurazioni per verificare il valore del coefficiente. Nel caso in cui i valori risultassero insufficienti, l'Appaltatore dovrà nuovamente ripetere la procedura.

Al terzo ciclo di misurazioni riportanti un valore insufficiente, è facoltà della Società rescindere il contratto.

Prima dello scadere della garanzia prescritta, o comunque prima del nuovo ripasso, la Direzione Lavori provvederà ad effettuare almeno 10 misurazioni di controllo per ogni strada prevista in contratto al fine di verificare il valore del coefficiente che dovrà risultare dalla media delle misurazioni, superiore ai valori indicati in Capitolato; tali misurazioni saranno effettuate in contraddittorio con l'Appaltatore, nei luoghi che la D.L. riterrà più opportuni.

Se la media dei valori risultanti dalle misurazioni di controllo risultasse inferiore a ai valori minimi previsti nel presente Capitolato, la Società si avvarrà della facoltà di escutere dalla fideiussione contrattuale un importo pari alla cifra liquidata per i lavori eseguiti sull'intero tronco di ogni strada interessata.

In alternativa l'Appaltatore potrà effettuare il ripasso di tutta la segnaletica orizzontale difforme ed eseguire le relative misurazioni di controllo secondo le modalità di cui sopra.

Tutti i costi relativi alle prove, segnaletica di cantiere, personale, strumentazione, misurazioni, e quant'altro, saranno a carico dell'Appaltatore.

c) Colore (fattore di luminanza β e cromaticità)

I controlli delle coordinate tricromatiche saranno eseguiti, come previsto dall'appendice C della UNI 1436, con uno strumento dotato di una sorgente luminosa avente una distribuzione spettrale del tipo D65, come definito dalla norma ISO/CIE 10526. La configurazione geometrica di misura da impiegare deve essere la 45/0, con un angolo d'illuminazione di $45^\circ \pm 5^\circ$ e un angolo d'osservazione di $0^\circ \pm 10^\circ$. Gli angoli si intendono misurati rispetto alla normale alla superficie della segnaletica. La superficie minima misurata deve essere di 5 cm². Per delle superfici molto rugose, la superficie di misurazione deve essere superiore a 5 cm², ad esempio 25 cm². Il valore delle coordinate tricromatiche deve essere determinato, in funzione della tipologia della segnaletica e più precisamente:

linee longitudinali:

deve risultare dalla media di tre sondaggi eseguiti nel tratto scelto per il controllo (tratto riferito ai rapporti giornalieri e/o ordinativi di servizio). In ogni sondaggio devono essere effettuate minimo tre letture dei valori delle coordinate cromatiche.

simboli:

per ogni simbolo, il valore delle coordinate tricromatiche, sarà dato dalla media delle letture in cinque punti diversi.

lettere:

per ogni lettera il valore delle coordinate tricromatiche sarà dato dalla media delle letture in tre punti diversi.

linee trasversali:

per ogni striscia trasversale il valore delle coordinate tricromatiche sarà dato dalla media delle letture in cinque punti diversi

5.13.5 Standard prestazionali segnaletica orizzontale in laminato elastoplastico

5.13.5.1 Generalità

Il materiale oggetto del presente capitolato dovrà essere costituito da un laminato elastoplastico con polimeri di alta qualità, contenente una dispersione di microgranuli di speciale materiale ad alto potere antisdrucchiolo e di microsferi in vetro o ceramica con buone caratteristiche di rifrazione che conferiscano al laminato stesso un buon potere retroriflettente.

Per garantire una buona stabilità del colore ed un ancoraggio ottimale delle particelle antisdrucchiolo e delle microsferi, il prodotto dovrà essere trattato in superficie con speciali resine.

Il laminato elastoplastico potrà essere posto in opera ad incasso su pavimentazioni nuove, nel corso della stesura del manto bituminoso, o su pavimentazione già esistente mediante uno speciale "primer", da applicare solamente sul manto d'asfalto.

Il materiale fornito dovrà soddisfare i requisiti richiesti dal presente Capitolato ed essere conforme alla norma

Le segnalazioni orizzontali saranno costituite da strisce longitudinali, strisce trasversali ed altri simboli ed iscrizioni come all'art. 40 del Nuovo Codice della Strada approvato con D.P.R. 16.12.1992, n. 495 ed agli artt. da 137 a 155 del Regolamento di attuazione e successive modifiche con D.P.R. n°610 del 16.09.1996 ed essere conformi per colori, forme e dimensioni.

Le caratteristiche fotometriche, colorimetriche, di scivolosità e di durata dei materiali da usare per i segnali orizzontali, dovranno essere conformi alla normativa UNI EN 1436 e UNI EN 1423/2004 per quel che riguarda le caratteristiche delle microsferi di vetro.

I colori della segnaletica orizzontale devono corrispondere alle seguenti tinte della scala R.A.L.: bianco R.A.L. 9016, giallo R.A.L. 1007.

La garanzia di durata della vita funzionale minima di tutta la segnaletica orizzontale, ai sensi della norma UNI EN 1436 paragrafo 3.4, sarà di trentasei dalla data di posa della vernice; durante tale periodo sarà a carico dell'Impresa mantenere gli standard prestazionali della segnaletica secondo quanto indicato nel presente Capitolato.

I bordi delle strisce, linee d'arresto, zebraature, scritte, ecc., dovranno risultare nitidi e le superfici delle parti trattate con la pittura dovranno essere uniformemente coperte in modo tale da non far trasparire, in nessun caso e per tutto il periodo di garanzia il colore della sottostante pavimentazione ancorché di nuova realizzazione o della segnaletica preesistente.

Le strisce orizzontali dovranno risultare perfettamente allineate con l'asse della strada, senza sbandamenti o svergolature.

La stesura della pittura dovrà essere preceduta da una accurata pulizia dell'area di superficie stradale interessata dalle strisce longitudinali, attraversamenti, frecce, iscrizioni e simboli.

In particolare le superfici dovranno presentarsi esenti da polveri, sostanze grasse e untuose e macchie di qualsiasi altra natura.

E' vietata l'eliminazione di tracce di olio e grasso a mezzo di solventi.

5.13.5.2 Caratteristiche tecniche del laminato elastoplastico

TIPO A

Antistrucchiolo: il valore iniziale, con materiale bagnato, dovrà essere di $SRT \geq 45$ (British Portable Skid Resistance Tester).

Rifrangenza: il laminato per segnaletica orizzontale dovrà avere i seguenti valori iniziali di retroriflettenza RL espressi in millicandele per metro quadrato per lux di luce incidente ($mcd/mq \times lux$).

COLORE	BIANCO
RL ($mcd/mq \times lux$)	300

Spessore: il prodotto dovrà avere uno spessore minimo di 1,5 mm. Il prodotto una volta applicato, non potrà sporgere più di 3 mm. dal piano della pavimentazione (art.137 del Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada).

Microsfere: le microsfere in vetro allo strato di resina dovranno avere un indice di rifrazione β maggiore o uguale a 1,50.

TIPO B

Composizione: il prodotto dovrà presentare un'architettura con elementi in rilievo la cui superficie deve essere superiore al 50% dell'area totale del laminato in cui le microsfere in ceramica e le particelle antiscivolo risultino immerse in una speciale resina ad alta resistenza all'usura ed ad alto grado di bianco.

Antistrucchiolo: il valore iniziale, con materiale bagnato, dovrà essere di almeno $SRT \geq 50$ (British Portable Skid Resistance Tester).

Rifrangenza: il laminato per segnaletica orizzontale dovrà avere i seguenti valori iniziali di retroriflettenza RL espressi in millicandele per metro quadrato per lux di luce incidente ($mcd/mq \times lux$).

COLORE	BIANCO
RL (mcd/mq * lux)	500

Spessore: il prodotto dovrà avere uno spessore tra 1,5 e 2 mm. Il prodotto una volta applicato, non potrà sporgere più di 3 mm. dal piano della pavimentazione (art.137 del Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada).

Microsfere: le microsfere in ceramica, ancorate allo strato di resina, dovranno avere un indice di rifrazione β superiore a 1,70.

TIPO C

Composizione: il prodotto dovrà presentare un'architettura con elementi in rilievo la cui superficie deve essere superiore al 50% dell'area totale del laminato in cui le microsfere in ceramica e le particelle antiscivolo risultino immerse in una speciale resina ad alta resistenza all'usura ed ad alto grado di bianco.

Antistruciolo: il valore iniziale, con materiale bagnato, dovrà essere di almeno $SRT \geq 55$ (British Portable Skid Resistance Tester).

Rifrangenza: il laminato per segnaletica orizzontale dovrà avere i seguenti valori iniziali di retroriflettenza RL espressi in millicandele per metro quadrato per lux di luce incidente (mcd/mq*lux).

COLORE	BIANCO
RL (mcd/mq x lux)	700

Spessore: il prodotto dovrà avere uno spessore tra 1,5 e 2 mm. Il prodotto una volta applicato, non potrà sporgere più di 3 mm. dal piano della pavimentazione (art.137 del Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada).

Microsfere: le microsfere in ceramica, ancorate allo strato di resina, dovranno avere un indice di rifrazione β superiore a 1,70. Le microsfere in vetro presenti all'interno del prodotto dovranno avere un indice di rifrazione β di 1,50.

5.13.5.3 Sistema di applicazione

I laminati devono essere facilmente applicabili su qualunque tipo di superficie: manto bituminoso drenante o meno, manti in cemento. La scelta del laminato, incassato su pavimentazione nuova o applicato su pavimentazioni esistenti, deve essere effettuata in base alla vita funzionale prevista del manto bituminoso. Potranno essere posti in opera mediante i procedimenti seguenti:

- incassandoli in pavimentazioni nuove ad addensamento non ancora completamente ultimato e con temperatura compresa tra i 50° e i 70°;
- posate su pavimentazioni realizzate già da tempo, riscaldando la superficie d'incasso con idonea attrezzatura munita di lampade a raggi infrarossi in grado di riscaldare il supporto alle temperature sopra indicate.

L'incasso in entrambi i modi deve essere realizzato con l'impiego di un rullo costipatore, a ruote metalliche, d'adeguato peso e dimensioni, accettato dal Direttore dei Lavori. Sulle pavimentazioni realizzate già da tempo, preventivamente pulite, va sempre utilizzato del primer per facilitarne l'adesione. Prima di applicare il laminato il primer deve essere completamente essiccato. Dopo l'applicazione deve essere pressato con l'impiego di un rullo costipatore, a ruote metalliche, d'adeguato peso e dimensioni, accettato dal Direttore dei Lavori. L'applicazione dei laminati deve avvenire con l'impiego d'idonea attrezzatura, approvata dal dei Lavori automatica e semovente dotata di puntatore regolabile, rulli di trascinamento del laminato e lame da taglio comandate automaticamente. Le frecce, le lettere e le zebraature saranno posate manualmente e successivamente sottoposte a rullatura.

5.13.5.4 Prove e misurazioni in situ

a) Resistenza all'attrito radente (SRT)

La resistenza all'attrito radente della segnaletica orizzontale, verrà rilevata secondo quanto stabilito all'appendice D della normativa UNI EN 1436.

La resistenza all'attrito dei segnali orizzontali non dovrà risultare inferiore all'80% dei valori misurati in corrispondenza della pavimentazione limitrofa e comunque il valore SRT rilevato non dovrà essere inferiore a 45.

I controlli dei valori di abrasibilità devono essere eseguiti con l'apparecchio "Skid Tester Resistance", consistente in un pendolo oscillante accoppiato ad un cursore di gomma nella sua estremità libera.

Lo strumento in oggetto rileva la perdita di energia del pendolo, causata dalla frizione del cursore in gomma su una data area del segnale orizzontale, con risultato espresso in unità SRT.

Il valore di abrasibilità deve essere dato dalla media di cinque letture eseguite in ogni singolo punto scelto, nel tratto riferito ai rapportini giornalieri, se i valori rilevati non differiscono di più di tre unità; altrimenti devono essere effettuate misure successive finché si otterranno cinque valori che non differiscono di più di tre unità.

Qualora la D.L. lo reputi necessario potrà prescrivere che, in zone caratterizzate da condizioni climatiche particolarmente avverse e in prossimità delle intersezioni stradali, il valore SRT della segnaletica non dovrà essere inferiore al valore rilevato sulla pavimentazione.

b) Visibilità notturna (RL) in condizioni di asciutto

La visibilità e notturna della segnaletica orizzontale sarà determinata in sito mediante il rilievo del coefficiente di luminanza retroriflessa (RL) secondo l'appendice B della normativa UNI EN 1436.

I controlli dei valori di retroriflessione devono essere eseguiti:

impiegando una strumentazione dinamica ad alto rendimento fornita da laboratorio indicato dalla Stazione Appaltante, per la misurazione automatica in continuo del coefficiente di luminanza retroriflessa.

I valori di visibilità devono essere rilevati in continuo con un intervallo di 40 cm e devono essere restituiti con il loro valore medio per tratti omogenei di 100 m.

impiegando una strumentazione portatile in sito (elettroflettometro) fornita dalla Ditta esecutrice delle lavorazioni; sarà obbligo fornire alla D.L. certificato di taratura della strumentazione avente data dell'anno di esecuzione dei lavori in corso.

I valori di visibilità risulteranno dalla media di tre sondaggi eseguiti nel tratto scelto per il controllo.

Deve essere effettuato minimo un controllo nel corso della vita utile stabilita dal presente Capitolato.

La Direzione Lavori provvederà ad effettuare i controlli per verificare il valore del coefficiente di luminanza retroriflessa; tali misurazioni saranno effettuate in contraddittorio con l'Appaltatore, nei luoghi che la D.L. riterrà più opportuni.

Le misurazioni effettuate dovranno essere riportate su apposito rapportino indicante gli estremi del contratto, la data, la progressiva chilometrica, l'esatta ubicazione dei rilievi ed i valori riscontrati; il rapportino dovrà essere firmato dall'Appaltatore e dall'incaricato della Direzione Lavori.

Qualora i valori rilevati risultino inferiori, l'Appaltatore avrà l'obbligo di ripassare la segnaletica eseguita a proprie cure e spese entro 15 giorni naturali e consecutivi; successivamente dovranno essere effettuate altre 10 misurazioni per verificare il valore del coefficiente. Nel caso in cui i valori risultassero insufficienti, l'Appaltatore dovrà nuovamente ripetere la procedura.

Al terzo ciclo di misurazioni riportanti un valore insufficiente, è facoltà della Società rescindere il contratto.

Prima dello scadere della garanzia prescritta di mesi otto, o comunque prima del nuovo ripasso, la Direzione Lavori provvederà ad effettuare almeno 10 misurazioni di controllo per ogni strada prevista in contratto al fine di verificare il valore del coefficiente che dovrà risultare dalla media delle misurazioni, superiore ai valori di Capitolato; tali misurazioni saranno effettuate in contraddittorio con l'Appaltatore, nei luoghi che la D.L. riterrà più opportuni.

Se la media dei valori risultanti dalle misurazioni di controllo risultasse inferiore a ai valori minimi previsti nel presente Capitolato, la Società si avvarrà della facoltà di escutere dalla fideiussione contrattuale un importo pari alla cifra liquidata per i lavori eseguiti sull'intero tronco di ogni strada interessata.

In alternativa l'Appaltatore potrà effettuare il ripasso di tutta la segnaletica orizzontale difforme ed eseguire le relative misurazioni di controllo secondo le modalità di cui sopra.

Tutti i costi relativi alle prove, segnaletica di cantiere, personale, strumentazione, misurazioni, e quant'altro, saranno a carico dell'Appaltatore.

c) Colore (fattore di luminanza β e cromaticità)

I controlli delle coordinate tricromatiche saranno eseguiti, come previsto dall'appendice C della UNI 1436, con uno strumento dotato di una sorgente luminosa avente una distribuzione spettrale del tipo D65, come definito dalla norma ISO/CIE 10526. La configurazione geometrica di misura da impiegare deve essere la 45/0, con un angolo d'illuminazione di $45^\circ \pm 5^\circ$ e un angolo d'osservazione di $0^\circ \pm 10^\circ$. Gli angoli si intendono misurati rispetto alla normale alla superficie della segnaletica. La superficie minima misurata deve essere di 5 cm^2 . Per delle superfici molto rugose, la superficie di misurazione deve essere superiore a 5 cm^2 , ad

esempio 25 cm². Il valore delle coordinate tricromatiche deve essere determinato, in funzione della tipologia della segnaletica e più precisamente:

linee longitudinali:

deve risultare dalla media di tre sondaggi eseguiti nel tratto scelto per il controllo (tratto riferito ai rapporti giornalieri e/o ordinativi di servizio). In ogni sondaggio devono essere effettuate minimo tre letture dei valori delle coordinate cromatiche.

simboli:

per ogni simbolo, il valore delle coordinate tricromatiche, sarà dato dalla media delle letture in cinque punti diversi.

lettere:

per ogni lettera il valore delle coordinate tricromatiche sarà dato dalla media delle letture in tre punti diversi.

linee trasversali:

per ogni striscia trasversale il valore delle coordinate tricromatiche sarà dato dalla media delle letture in cinque punti diversi

5.13.6 Standard prestazionali segnaletica orizzontale temporanea materiali preformati retrorifrangenti

5.13.6.1 Generalità

Il materiale in oggetto sarà costituito da un laminato elastoplastico autoadesivo, rimovibile per utilizzo temporaneo con polimeri di alta qualità, contenente una dispersione di microgranuli di speciale materiale ad elevato potere antisdrucchiolo e di microsferi ad alto indice di rifrazione tale da conferire al laminato stesso ottime proprietà retroriflettenti.

La resina poliuretana, presente nella parte superiore del prodotto, dovrà assicurare un perfetto e durevole ancoraggio delle microsferi e delle particelle antiscivolo.

Il laminato dovrà contenere al suo interno uno speciale tessuto reticolare in poliestere che assicura un'elevata resistenza alla spinta torsionale esercitata dai veicoli, soprattutto, una facile e perfetta rimovibilità del laminato dalla pavimentazione.

Il colore giallo sarà ottenuto utilizzando esclusivamente pigmenti organici.

Detto laminato dovrà risultare quindi sia riciclabile che distruttibile come rifiuto atossico; conforme alle normative europee sull'ambiente, considerato "prodotto non inquinante"

L'adesivo posto sul retro del preformato dovrà permettere una facile e rapida applicazione del prodotto pur garantendone la non alterazione anche sotto elevati volumi di traffico. Appena applicato, il laminato dovrà essere immediatamente transitabile.

Le segnalazioni orizzontali saranno costituite da strisce longitudinali, strisce trasversali ed altri simboli ed iscrizioni come all'art. 40 del Nuovo Codice della Strada approvato con D.P.R. 16.12.1992, n. 495 ed agli artt. da 137 a 155 del Regolamento di attuazione e successive modifiche con D.P.R. n°610 del 16.09.1996 ed essere conformi per colori, forme e dimensioni.

Le caratteristiche fotometriche, colorimetriche, di scivolosità e di durata dei materiali da usare per i segnali orizzontali, dovranno essere conformi alla normativa UNI EN 1436 e UNI EN 1423/2004 per quel che riguarda le caratteristiche delle microsferiche di vetro.

I colori della segnaletica orizzontale devono corrispondere alle seguenti tinte della scala R.A.L.: bianco R.A.L. 9016, giallo R.A.L. 1007.

5.13.6.2 Caratteristiche dei materiali preformati retrorifrangenti

Il materiale preformato posto in opera, dovrà rispettare per tutto il periodo di garanzia di mesi dodici dalla data di effettiva stesa, i seguenti coefficienti minimi:

Colore BIANCO del segnale orizzontale permanente:

- retroriflettenza $RL \geq 600 \text{ mcd/lux} \cdot \text{mq}$
- antiscivolosità $SRT \geq 55$
- spessore 1,5 mm

5.13.7 Segnaletica orizzontale catarinfrangente (occhi di gatto)

In corrispondenza delle curve di accesso alle rotatorie dovrà essere prevista l'installazione di apparecchi catarinfrangenti per fondo stradale di tipo a scomparsa, autopulente, al fine di segnalare la pericolosità delle curve e dei tratti di strada rettilinea immediatamente precedenti le stesse. Il fissaggio verrà realizzato previa carotatura della pavimentazione stradale dove l'apparecchiatura verrà contenuta. L'apparecchio è costituito dai seguenti componenti principali:

- inserto a 43 lenti catarinfrangenti costruito in polimero ad alta resistenza all'abrasione;
- cuscinetto elastico in schiuma a cellule chiuse da installare fra la cassetta e l'inserto per rendere possibile il rientro dell'inserto catarinfrangente in caso di passaggio di automezzi pesanti (spazzaneve);
- scatola in polimero da incassare nella pavimentazione stradale per il contenimento dei componenti sopra detti.

5.14 OPERE ELETTRICHE

5.14.1 Dati elettrici di riferimento

Il tratto di via Matteotti oggetto di interventi, ovvero interessato dalla riqualificazione della viabilità, risulta *ante-operam* già illuminato da impianti ricondotti all'esistente quadro elettrico comunale di illuminazione

pubblica Q.IP identificato dalla sigla "Q38" (dislocato lungo la via Matteotti stessa, in corrispondenza dell'intersezione con via Paolo Sarpi e identificato nelle foto seguenti).



Considerata la nuova potenza elettrica in gioco (calcolata in circa 1.760W) e valutati altresì tutti gli smantellamenti preliminarmente previsti (che concorrono a minori assorbimenti per circa 1.460W), si precisa che non si renderà necessario apportare alcuna modifica né al punto di consegna dell'energia / contatore né al quadro elettrico Q.IP "Q38"

Per la fattispecie i principali dati elettrici di riferimento possono essere così riassunti:

- fornitura trifase L1-L2-L3 + N;
- tensione nominale (230 ÷ 400)V;
- frequenza nominale 50Hz;
- potenza di fornitura invariata (come allo stato ante-operam);
- corrente di corto circuito Icc 10,00kA (come da prescrizioni vigente CEI 0-21 art. 5.1.3).

Si ribadisce che:

- la Ditta aggiudicataria con l'accettazione del "Capitolato Speciale d'Appalto - sezione tecnica impianti elettrici" in oggetto dichiara fin d'ora di riconoscere come perfettamente attendibile il progetto e professa la propria piena idoneità e totale responsabilità per l'esecuzione delle opere;
- tuttavia si afferma che il Capitolato Speciale d'Appalto e gli eventuali allegati Elenco Prezzi Unitari, Computo Metrico Estimativo, Lista delle Categorie e Forniture per l'Esecuzione dell'Appalto ed elaborati planimetrici / schematici possono anche non comprendere tutti i particolari delle opere da realizzare e delle forniture con tutti i magisteri: al termine dei lavori le opere oggetto dell'appalto dovranno in ogni caso essere consegnate al Committente perfettamente funzionanti; l'appalto stesso, anche se non

esplicitamente definito, comprende tutto quanto è necessario per raggiungere tale finalità;

- nessuna eccezione potrà essere sollevata dall'Appaltatore per proprie interpretazioni errate dei disegni o delle disposizioni ricevute, oppure per propria superficiale o insufficiente presa di conoscenza delle condizioni locali, dei luoghi, degli impianti esistenti, etc.;
- qualsiasi opera che sia indicata nel Capitolato ma non nel Computo Metrico Estimativo e negli elaborati grafici, oppure figure nel Computo Metrico ma non negli elaborati grafici e nel Capitolato, o ancora figure negli elaborati grafici ma non nel Computo Metrico e nel Capitolato, dovrà essere eseguita a perfetta regola d'arte come se fosse prescritta in tutti i tre documenti, tranne giudizio contrario espresso per iscritto dalla DL;
- qualora emergessero discordanze tra le prescrizioni tecniche risultanti dai vari documenti di progetto, resta alla insindacabile facoltà della DL decidere il tipo e le dimensioni del lavoro, senza che per questo la Ditta possa pretendere compensi o indennizzi di qualsiasi natura e specie, né esimersi dalla propria personale responsabilità per quanto la Ditta ha realizzato e/o realizza.

5.14.2 Normativa di riferimento

Gli impianti in oggetto dovranno sempre soddisfare i contenuti e i richiami della legislazione e delle normative tecniche vigenti (tanto europee quanto nazionali, sia regionali che locali), nonché i criteri di unificazione UNEL e UNI, le prescrizioni ASL e VV.FF., oltre che le circolari dell'Arera.

Si dovranno sempre utilizzare materiali, componenti e apparecchi provvisti della marcatura obbligatoria CE e, laddove esistano, del marchio IMQ (Istituto Marchio Qualità) o equivalente; essi dovranno essere lavorati a perfetta regola d'arte (ai sensi della Legge 01.03.1968, n°186), forniti e posti in opera in tutto funzionanti e corrispondenti al servizio a cui sono destinati.

Si richiama in particolare l'obbligo del rispetto integrale delle disposizioni suddette e di quelle riportate qui di seguito, sulla base delle quali, anche quando ciò non sia esplicitamente indicato, saranno eseguite le verifiche preliminari per la messa in funzione dell'impianto ed i collaudi finali di accettazione.

- Norma CEI 0-2 Guida per la definizione documentazione di progetto degli impianti elettrici;
- Norma CEI 11-4 Esecuzione delle linee elettriche aeree esterne;
- Norma CEI 11-17 Impianti produzione, trasmissione e distribuzione di energia. Linee in cavo;
- Norma CEI 17-113 Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) - Parte 1: Regole generali;
- Norma CEI 17-114 Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa

- Norme CEI del C.T. 20 tensione (quadri BT) - Parte 2: Quadri di potenza;
- Norme CEI del C.T. 23 Cavi per energia;
- Norme CEI del C.T. 34 Apparecchiature di bassa tensione;
- Norma CEI 64-8 Lampade e relative apparecchiature;
- Norma CEI 64-14 Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua;
- Norma CEI 70-1 Guida alle verifiche degli impianti elettrici utilizzatori;
- Norme CEI 81-10 Gradi di protezione degli involucri (Codice IP);
- Norma CEI 99-3 Protezione contro i fulmini;
- Norma UNI 11248 Messa a terra imp. elettrici a tensione superiore a 1kV in c.a.;
- Norma UNI EN 13201-2 Illuminazione stradale - Selezione categorie illuminotecniche;
- Norma UNI EN 13201-3 Illuminazione stradale - Parte 2: Requisiti prestazionali;
- Norma UNI EN 13201-3 Illuminazione stradale - Parte 3: Calcolo delle prestazioni;
- Norma UNI EN 13201-4 Illuminazione stradale - Parte 4: Metodi di misurazione delle prestazioni fotometriche;
- Norma UNI/TS 11726 Progettazione illuminotecnica degli attraversamenti pedonali nelle strade con traffico motorizzato.
- Norma UNI EN 40 Pali per illuminazione;
- Legge n°186 del 01.03.1968 Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchi, macchinari, installazioni ed impianti elettrici ed elettronici;
- D.P.R. n°392 18.04.1994 Regolamento recante disciplina del procedimento di riconoscimento delle imprese ai fini della installazione, ampliamento e trasformazione degli impianti nel rispetto delle norme di sicurezza;
- D.P.R. n°459 24.07.1996 Regolamento per l'attuazione delle Direttive n°89/393/CEE, 91/368/CEE, 93/44/CEE e 93/68/CEE concernenti il riavvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relative alle macchine;
- D.L. n°626 25.11.1996 Attuazione della direttiva 93/68/CEE in materia di marcatura CE del materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro taluni limiti di tensione;
- D.Lgs. n°277 31.07.1997 Modificazioni al D.Lgs. 25.11.1996 n°626, recante attuazione della direttiva 93/68/CEE in materia di marcatura CE del materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro taluni limiti di tensione;
- D.P.R. n°558 14.12.1999 Regolamento recante norme per semplificazione della disciplina in materia di registro delle imprese, nonché per la semplificazione dei procedimenti relativi alla denuncia di inizio di attività e per la

- domanda di iscrizione all'albo delle imprese artigiane o al registro delle imprese per particolari categorie di attività soggette alla verifica di determinati requisiti tecnici;
- D.P.R. n°462 22.10.2001 Regolamento di semplificazione del procedimento per la denuncia di installazioni e dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche, di dispositivi di messa a terra di impianti elettrici e di impianti elettrici pericolosi;
 - D.M. n°37 del 22.01.2008 Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici;
 - D.Lgs. n°81 del 09.04.2008 Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro;
 - L.Veneto n°17 del 07.08.2009 Nuove norme per il contenimento dell'inquinamento luminoso, il risparmio energetico nell'illuminazione per esterni e per la tutela dell'ambiente e dell'attività svolta dagli osservatori astronomici;
 - Linee guida ARPAV Sorgenti di luce artificiale - Criteri per la scelta in base agli ambiti da illuminare (ediz. marzo 2022);
 - Linee guida ARPAV Criteri per la redazione della documentazione tecnica progettuale ai sensi della L.R. n. 17/09 (ediz. aprile 2018);
 - P.I.C.I.L. P.I.C.I.L. - Piano dell'Illuminazione per il Contenimento dell'Inquinamento Luminoso, elaborato a cura di Divisione Energia srl di Spinea (Ing. Davide Fraccaro) in data gennaio 2014, adottato con Deliberazione del Consiglio Comunale n°9 del 21 marzo 2014;
 - Unificazione e tabelle UNEL in quanto applicabili;
 - Norme specifiche per tutte le apparecchiature e i materiali utilizzati.

Si ribadisce il fatto che l'elencazione qui sopra riportata di norme tecniche, leggi e decreti risulta essere citata soltanto a titolo di promemoria: essa non è esaustiva, per cui eventuali leggi o norme applicabili, anche se non citate, verranno comunque adottate.

Le opere edili, salvo quando diversamente specificato dal presente progetto, dovranno essere eseguite nel più completo rispetto e soddisfacimento della legislazione e delle norme vigenti nelle singole materie di riferimento.

In particolare le strutture in c.a. e metalliche saranno assoggettate alla normativa della Legge 05.11.1971, n°1086 e normative connesse integrative e successive, mentre le opere in muratura lo saranno al disposto del D.M. 22.11.1987.

L'Appaltatore si dovrà attenere alla scrupolosa osservanza delle norme sulla prevenzione degli infortuni sul lavoro, in particolare al D.Lgs. n°81 del 09.04.2008 e delle norme per la sicurezza degli impianti (D.M. n°37 del 22.01.2008).

L'Appaltatore dovrà inoltre e comunque osservare tutte le disposizioni derivanti da leggi, decreti, regolamenti, norme, ecc, vigenti o che saranno emanate nel corso dei lavori dalle Autorità europee, governative, regionali, provinciali e comunali, nonché dall'Ispettorato del Lavoro, dall'ASL, dall'ISPESL, degli enti previdenziali e simili.

Al termine dei lavori la ditta Appaltatrice e Installatrice è tenuta a rilasciare al Committente la dichiarazione di conformità degli impianti realizzati nel rispetto della Legge n°186/68.

Tutti gli oneri conseguenti all'osservanza di tutte le presenti disposizioni si considerano compresi nella formulazione dei prezzi di elenco e di offerta.

5.14.3 Obblighi generali a carico dell'appaltatore

Sono a carico dell'Appaltatore ed inclusi nel prezzo offerto, tra l'altro, tutti gli obblighi di seguito riportati; si premette che qualunque onere derivante dalla violazione di quanto di seguito riportato sarà a carico dall'Appaltatore.

1.1.1.1 Obblighi generali

- Le attrezzature ed i mezzi d'opera per l'esecuzione dei lavori.
- La presentazione, prima dell'inizio dei lavori, di un programma esecutivo nel quale sono riportate, per ogni lavorazione, le previsioni circa il periodo di esecuzione nonché l'ammontare presunto, parziale e progressivo, dell'avanzamento dei lavori alle date contrattualmente stabilite per la liquidazione dei certificati di pagamento.
- I rapporti con la Regione Veneto, con la Città metropolitana di Venezia, con il Comune di Spinea e con l'azienda che ha in gestione il comparto "illuminazione pubblica" del Comune (Hera Luce alla data di redazione del progetto); i rapporti con aziende erogatrici di acqua, gas, energia elettrica, ecc. per tutto quanto occorre alla corretta esecuzione dei lavori e degli allacciamenti relativi.
- La verifica, con indagini preventive, che i lavori di competenza non pregiudichino la funzionalità di eventuali infrastrutture dell'area quali rete elettriche, del gas, dell'acqua; in caso di interferenze l'Appaltatore dovrà concordare con gli Enti interessati le modalità di effettuazione dei lavori.
- Le prove che la DL, in caso di contestazioni, ordini di far eseguire presso gli Istituti da essa incaricati dei materiali impiegati o da impiegarsi nell'impianto, in relazione a quanto prescritto circa l'accettazione dei materiali stessi. Dei campioni può essere ordinata la conservazione presso la Stazione Appaltante

e, in questo caso, essi saranno muniti di suggelli a firma del Direttore dei Lavori e dell'Appaltatore nei modi più adatti a garantirne l'autenticità.

- Il permesso di accedere nelle aree in cui si esegue l'impianto agli operai di altre Ditte che vi debbano eseguire i lavori affidati alle medesime, e la relativa sorveglianza per evitare danni o manomissioni ai propri materiali ed alle proprie opere sollevando la Stazione Appaltante da qualsiasi responsabilità in merito.
- L'assistenza alla Stazione Appaltante per l'espletamento delle pratiche per l'ottenimento degli allacciamenti ai servizi (acqua, gas, energia elettrica, ecc.).
- Lo sgombero, subito dopo la fine dei lavori, della baracca di cantiere assegnatale dalla DL e/o della quale l'Appaltatore si sia servito durante l'esecuzione dei lavori come deposito dei propri materiali ed attrezzi, provvedendo alla custodia e sorveglianza di questi nel modo da essa ritenuto più opportuno e sollevando la Stazione Appaltante da qualunque responsabilità in merito. Per esigenze di lavoro o altre necessità, la DL può far sgomberare, a cura e spese dell'Appaltatore, il detto locale anche prima della fine lavori, assegnandogliene altro, comunque situato nell'area. Anche quest'ultimo deve essere sgombrato, sempre a cura e spese dell'Appaltatore, subito dopo l'ultimazione dei lavori.
- La garanzia di tutti i materiali, del montaggio e del regolare funzionamento dell'impianto.
- La buona conservazione dei materiali e di tutti i componenti degli impianti fino alla consegna finale alla Stazione Appaltante; quest'obbligo vale sia per quanto ancora a piè d'opera sia per quanto posto in opera.
- La mano d'opera, gli apparecchi di misura adeguatamente tarati e quanto occorrente per eseguire le verifiche e le prove preliminari dell'impianto e quelle di collaudo.
- Le spese per la fornitura di fotografie delle opere in corso nei vari periodi dell'appalto, nel numero e dimensioni che saranno di volta in volta indicati dalla DL.
- Le misure acustiche e le verifiche necessarie per dimostrare il rispetto della normativa vigente in materia di inquinamento acustico.

1.1.1.2 *Etichettatura degli impianti*

Tutti i componenti degli impianti (quadri elettrici, apparecchiature, tubazioni e circuiti elettrici, etc.) dovranno essere dotati di idonee etichette in materiale che ne garantisca la durata nel tempo, idonee per l'identificazione del componente, per il riconoscimento del circuito, ecc.

1.1.1.3 *Documentazione*

L'Impresa dovrà consegnare tutta la documentazione prevista dalla legislazione vigente, oltre che tutta la documentazione relativa alle caratteristiche dei componenti d'impianto (**con particolare riferimento alle prescrizioni della vigente Legge Regionale Veneto per il contenimento dell'inquinamento luminoso, per il**

risparmio energetico nell'illuminazione per esterni e per la tutela dell'ambiente e dell'attività svolta dagli osservatori astronomici).

La documentazione dovrà essere consegnata in triplice copia cartacea originale, redatta in lingua italiana e raccolta in appositi raccoglitori con relativo indice; sarà a carico della Ditta il risarcimento di eventuali danni derivanti da ritardi nel rilascio della documentazione.

Un elenco non esaustivo della documentazione è di seguito riportato:

- dichiarazione di conformità ai sensi della Legge 186/68 per gli impianti realizzati, completa di tutti gli allegati obbligatori e dei necessari facoltativi;
- dichiarazione di conformità secondo Legge Regionale Veneto 17/09, in materia di inquinamento luminoso e risparmio energetico, completa di tutti gli allegati previsti dalla Legge stessa;
- verbali di verifica e collaudo preliminari alla messa in esercizio degli impianti, con evidenza dei risultati, sottoscritti dal tecnico esecutore;
- manuali d'uso delle apparecchiature e piano di manutenzione degli impianti;
- copia dei disegni esecutivi aggiornati "as built", con riportate le eventuali varianti o modifiche effettuate (anche di lieve entità), in modo da dare una documentazione esatta ed attendibile delle opere effettivamente eseguite; questa documentazione dovrà essere consegnata anche su supporto informatico in formato nativo dwg (Autocad).

1.1.1.4 *Manutenzione delle opere fino al collaudo*

Si premette che l'Impresa sarà responsabile, in sede civile e penale, dell'osservanza di tutto quanto specificato in questo articolo.

Sino a che non sia intervenuto, con esito favorevole, il collaudo delle opere, la manutenzione delle stesse verrà tenuta a cura e spese dell'Impresa appaltatrice.

Questa eseguirà la manutenzione provvedendo a quanto necessario, osservando sia le disposizioni di legge, sia le prescrizioni che dovesse dare la DL; per gli oneri che ne derivassero l'Impresa non avrà alcun diritto a risarcimento o rimborso.

Per tutto il periodo corrente tra l'esecuzione ed il collaudo, e salve le maggiori responsabilità sancite dall'art. 1669 del Codice Civile, l'Impresa sarà garante delle opere e delle forniture eseguite, restando a suo esclusivo carico le riparazioni, sostituzioni e ripristini che si rendessero necessari.

Durante detto periodo l'Impresa curerà la manutenzione tempestivamente, e con ogni cautela, provvedendo, di volta in volta, alle riparazioni necessarie e senza che occorran particolari inviti da parte della DL, ed, eventualmente a richiesta insindacabile di questa, mediante lavoro notturno.

Ove l'Impresa non provvedesse nei termini prescritti dalla DL con invito scritto, si procederà di ufficio, e la spesa andrà a debito dell'Impresa stessa.

Qualora, nel periodo compreso tra l'ultimazione dei lavori ed il collaudo, si verificassero non conformità, per fatto estraneo alla buona esecuzione delle opere eseguite dall'Impresa, questa ha l'obbligo di notificarlo alla Stazione Appaltante entro cinque giorni dal verificarsi delle stesse.

L'Impresa tuttavia è tenuta a risolvere tempestivamente le non conformità, i relativi lavori verranno contabilizzati secondo le normali procedure; la Stazione Appaltante si riserva la facoltà di ordinare che detti lavori vengano effettuati anche di notte, in casi di particolare urgenza.

1.1.1.5 Osservanza di leggi, decreti e regolamenti

Oltre all'obbligo di osservazione delle norme del bando, del presente Capitolato e del Capitolato Generale, l'Appaltatore deve osservare il regolamento di esecuzione e attuazione del "Codice dei contratti pubblici" ed ogni altra norma di legge, decreto e/o regolamento vigenti o che siano emanati in corso d'opera; il tutto in tema di assicurazioni sociali e di lavori pubblici che abbiano comunque applicabilità con i lavori in oggetto, compresi i relativi regolamenti e prescrizioni comunali del Comune di Spinea (Città metropolitana di Venezia).

Le Imprese dovranno, in ogni caso, attenersi alle norme di sorveglianza da parte dell'ISPESL, di cui al Regolamento per la esecuzione del R.D.L. 09.07.1926 n°1331, e successive norme integrative. Si applicano inoltre la Legge 01.03.1968 n°186 per quanto concerne l'esecuzione degli impianti, la Legge 13.07.1966 n°615 "Provvedimenti contro l'inquinamento atmosferico" e del relativo regolamento di esecuzione approvato con D.P.R. 22.12.1970 n°1391 (e D.Lgs. 81/08 sul "Attuazione dell'articolo 1 della legge 03.08.2007, n° 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro").

Le principali norme sono riportate nel capitolo specifico del presente Capitolato tecnico.

1.1.1.6 Collaudi

Le spese ed il coordinamento per l'esecuzione di tutte prove e dei collaudi saranno a carico dell'Appaltatore, il quale dovrà predisporre anche gli eventuali allacciamenti provvisori che si rendessero necessari e procurare tutta la strumentazione necessaria.

Gli impianti ed i singoli componenti saranno assoggettati alle seguenti verifiche:

- prove da effettuarsi in corso d'opera, anche presso le officine dell'Appaltatore e dei fornitori ove, se richiesto, i rappresentanti del Committente dovranno poter accedere;
- collaudo provvisorio per la consegna degli impianti, da eseguirsi dopo che l'Appaltatore avrà provveduto all'avviamento, alle prove funzionali, alla messa a punto ed alla taratura degli impianti; modalità e termini di detti interventi saranno valutate in corso d'opera con la Committenza e la DL;

- collaudo definitivo secondo le norme vigenti e rilascio della dichiarazione di conformità alla Legge n°186/68; anche in questo caso modalità e termini di verifica saranno valutate in corso d'opera con la Committenza e la DL.

Il collaudo provvisorio avrà anche lo scopo di esaminare accuratamente gli impianti al fine di accertarne la consistenza e l'aderenza alle richieste di Capitolato. L'impianto sarà preso in consegna dalla Committenza a collaudo provvisorio avvenuto con esito positivo ed a condizione che:

- siano state espletate tutte le pratiche richieste dalla normativa vigente;
- siano stati consegnati nella forma dovuta i disegni "come costruito", le monografie ed i manuali di istruzione e manutenzione.

Rimane inteso che se i collaudi non risultassero soddisfacenti per il Committente, l'Appaltatore dovrà, entro i termini e con le modalità stabilite nel Capitolato di Appalto, provvedere a tutte le modifiche e/o sostituzioni necessarie per il superamento del collaudo. Se i risultati ottenuti non fossero ancora accettabili, il Committente potrà rifiutare in parte o nella totalità gli impianti installati e l'Appaltatore dovrà allora provvedere, sempre a sue spese, alla rimozione e sostituzione delle opere e dei materiali non idonei sino all'ottenimento dei risultati richiesti.

Durante il collaudo dovrà essere dimostrato il perfetto funzionamento di tutte le apparecchiature installate. Saranno in particolare effettuati:

- l'esame a vista di tutte gli impianti e la loro identificazione;
- le verifiche iniziali secondo le norme CEI 64-8 e 64-14 per gli impianti in genere;
- le verifiche iniziali secondo le norme CEI 17-113 e CEI 17-114 per i quadri elettrici.

1.1.1.7 *Garanzie*

L'Appaltatore garantirà da ogni difetto palese od occulto tutti i materiali forniti ed i lavori eseguiti, per un periodo non inferiore a 12 (dodici) mesi, a partire dalla data di collaudo definitivo.

Durante tale periodo dovrà effettuare a proprie spese ogni riparazione, modifica e/o sostituzione che, ad insindacabile giudizio del Committente, dovesse risultare necessaria.

Per tutte le parti sostituite, modificate o riparate, la garanzia di cui sopra, si rinnoverà automaticamente per un periodo uguale a quello indicato in precedenza, a partire dalla data dell'intervento.

Nel caso in cui entro il periodo di garanzia si riscontrassero difetti e/o rotture di qualsiasi natura riconducibili a cattiva costruzione, materiali difettosi o carente progettazione, l'Appaltatore dovrà provvedere alla eliminazione dei difetti o alla sostituzione delle apparecchiature fino a completa soddisfazione della Committenza e senza alcun onere a carico della stessa.

L'Appaltatore dovrà fornire le apparecchiature complete di tutti gli accessori direttamente connessi e

necessari per un appropriato e sicuro funzionamento; l'Appaltatore dovrà garantire che tutti i materiali impiegati siano idonei allo scopo per cui si intendono utilizzare ed esenti da ogni difetto visibile od occulto; l'Appaltatore dovrà richiedere le specifiche garanzie delle apparecchiature ai singoli Costruttori.

L'osservanza delle normative e delle leggi vigenti, nonché l'approvazione formale di disegni e l'accettazione di materiali durante l'installazione da parte del Committente, non solleva l'Appaltatore della propria responsabilità di fornire materiali, apparecchiature ed accessori in grado di soddisfare tutte le richieste tecniche, le condizioni di funzionamento e le relative garanzie contrattuali.

1.1.1.8 Istruzioni del personale

L'Appaltatore metterà a disposizione della Committenza e/o dell'Amministrazione Pubblica personale specializzato per l'istruzione delle persone responsabili addette all'esercizio ed alla manutenzione degli impianti, per una durata minima di 2 (due) ore lavorative complessive. Tale operazione avverrà nelle modalità e nei termini valutate con la Committenza e la DL, in ogni caso a collaudo finale avvenuto, e sarà orientata in merito a:

- funzionamento e caratteristiche degli apparecchi di illuminazione;
- sistemi di regolazione del flusso luminoso e loro gestione nel rispetto dell'ambiente;
- metodi di misura del flusso luminoso;
- installazione degli apparecchi luminosi;
- ricerca e soluzione dei guasti.

5.14.1 Modalità esecutive delle opere elettriche

Tutti i lavori, anche quelli che qui di seguito non vengono espressamente citati, dovranno essere eseguiti a perfetta regola d'arte (Legge n°186/68), nel totale rispetto della normativa vigente, secondo quanto precisato e disposto in questo Capitolato Speciale d'Appalto, nell'Elenco Prezzi Unitari allegato ed in ossequio alle disposizioni verbali o scritte impartite dalla DL; in caso contrario i lavori non riconosciuti accettabili dalla DL, per esecuzione o per qualità dei materiali impiegati, verranno immediatamente demoliti dalla Ditta a propria cura e spese, e non verranno contabilizzati.

Si ribadisce il fatto che, qualora i lavori siano stati eseguiti alla presenza di personale della DL, non sarà ritenuto motivo valido per esimere la ditta Appaltatrice dalla responsabilità e dall'obbligo di rifarli, ogniqualvolta ciò gli venga ordinato: essa infatti, fino al collaudo, è garante di ogni difetto delle opere compiute, e della loro perfetta manutenzione.

In merito all'ordine di esecuzione dei lavori l'Appaltatore dovrà attenersi alle prescrizioni della DL senza che per ciò possa pretendere compensi straordinari, sollevare eccezioni od invocare tali prescrizioni a scarico di proprie responsabilità. Non potrà richiedere indennizzi o compensi neppure per le eventuali parziali sospensioni che, per ragioni tecniche, organizzative, meteorologiche o di forza maggiore, gli venissero

ordinate.

A parziale integrazione e precisazione di quanto già descritto, si sottolinea quanto segue:

- **tracciamenti ed inizio lavori:** dopo la consegna dei lavori, di cui sarà redatto apposito verbale sottoscritto dalle parti, l'Appaltatore dovrà eseguire a proprie spese, secondo le norme che saranno impartite dalla DL, i tracciamenti necessari per la realizzazione di scavi, per la posa di cavidotti e pozzetti, di plinti e pali, di conduttori e cavi, di corpi illuminanti e di tutti gli altri apparecchi oggetto dell'appalto. L'Appaltatore sarà tenuto a correggere e a rifare a proprie spese quanto, in seguito a alterazioni o arbitrarie variazioni di tracciato, la DL ritenesse non accettabile.

Prima dell'inizio dei lavori che comportino scavi, demolizioni o in generale manomissioni di strade, marciapiedi, occupazioni di suolo pubblico o privato (anche temporaneamente), interruzione od ostacolo al transito veicolare e/o pedonale, etc. la ditta Appaltatrice dovrà ottenere oltre all'approvazione della DL anche la preventiva autorizzazione delle Autorità competenti e dei privati proprietari ed attenersi alle prescrizioni dettate, senza diritto a particolari compensi, anche in caso di ritardo delle autorizzazioni e degli assenti.

Benepiaciti e concessioni non dispenseranno la Ditta dall'obbligo e dalla responsabilità di provvedere tutto quanto necessario ad evitare che si produca qualsiasi tipo di incidente, sollevando la DL e l'Ente appaltante da qualsiasi responsabilità, sia civile che penale.

- **cavidotti:** nell'esecuzione dei cavidotti dovranno essere rispettati i percorsi e le caratteristiche dimensionali/costruttive indicate nei disegni e/o negli altri elaborati di progetto, salvo diverse indicazioni della DL fornite per iscritto. Dovranno essere inoltre osservate le seguenti prescrizioni:
 - il taglio del tappetino bituminoso e del sottofondo in agglomerato dovrà essere eseguito mediante l'impiego di una macchina tagliasfalto munita di disco diamantato, con profondità minima di taglio pari a 15cm. In alternativa potrà essere impiegata apposita macchina fresatrice o altro mezzo adatto (avuto, per iscritto, il parere favorevole della DL);
 - l'esecuzione dello scavo in trincea rispetterà le dimensioni e le indicazioni riportate negli elaborati progettuali e nei particolari costruttivi, e/o comunicate per iscritto dalla DL ;
 - il letto di posa (da realizzarsi con sabbia fine) dovrà risultare ben compatto, in modo da formare un supporto piano e continuo, oltre che permettere un'uniforme ripartizione dei carichi lungo la condotta. Sarà necessario predisporre a distanze prefissate adatte nicchie per facilitare la congiunzione dei vari spezzoni di cavidotti;
 - in numero e dimensioni stabilite progettualmente dovranno essere fornite e poste in opera delle tubazioni in pvc doppia parete (liscia internamente e corrugata esternamente) a sezione circolare, autoestinguenta, con tirasonda in acciaio o polietilene, adatte alla posa interrata, con limiti d'impiego in temperatura da -50°C a +60°C, con raggio di curvatura minimo pari a 15 volte il loro diametro esterno, con resistenza allo schiacciamento secondo EN 50086-2-4/A1 e CEI 23-46/A1

maggiore di 450N, complete di manicotti, raccorderie e guarnizioni, tutte con sezione pari ad almeno 1,5 volte quella del fascio di cavi in esse contenuto. Cavidotti di qualsiasi tipo, sezione o forma dovranno perfettamente raccordarsi tra di loro sempre con l'impiego di pezzi speciali, mantenendo sempre e comunque il grado di protezione previsto; essi in ogni caso non dovranno presentare al loro interno spigoli vivi o parti sporgenti o taglienti che possano danneggiare l'isolamento dei cavi, sia in fase di installazione che di normale funzionamento; essi saranno posati ad una profondità minima di 80cm dall'estradosso superiore del cavidotto stesso;

- il rinfianco del cavidotto dovrà essere eseguito nel migliore dei modi possibili, usando materiali perfettamente costipabili (quali la sabbia lavata) e non terreni di natura organica, torbosi, melmosi e/o argillosi;
- il riempimento della trincea si dovrà eseguire correttamente per poter assicurare una perfetta interazione tra il cavidotto ed il terreno e permettere in seguito al cavidotto di reagire alle deformazioni del terreno causate sia dal suo assestamento che dai carichi che gravano sullo scavo. Il modo corretto sarà quello di effettuare un riempimento della trincea per strati successivi: 1° riempimento dello scavo con sabbia per circa 30cm - 2° costipamento da effettuarsi con mezzi meccanici ed a strati successivi di spessore pari a 15cm di materiale di risulta o ghiaia naturale vagliata, con la stesura di un nastro segnalatore di presenza cavidotto - 3° getto di uno strato di fondazione in misto cementato di spessore minimo 5 cm, per la successiva posa del tappeto di finitura; il tutto anche sulla base delle indicazioni fornite dalla DL e/o dai tecnici comunali;
- infine sarà realizzato il trasporto alla discarica del materiale eccedente (costo già incluso nel prezzo offerto).

Nota bene - specifica per scavi e posa cavidotti in sede stradale (attraversamenti)

Ogni scavo in sede stradale dovrà essere ripristinato con allontanamento del materiale di risulta e ricoprimento con misto cementato e strato bitumato a cavaliere di spessore 20cm, idoneamente compattati, con tubazioni interrato protette da sabbia e segnalate con nastro; La profondità minima a cui dovranno essere collocate le tubazioni e i cavi non dovrà essere inferiore a 1,00m dal piano stradale; eventuali raccordi o intersezioni dei sottoservizi dovranno avvenire a quote inferiori.

Il reinterro di tutti gli scavi per cavidotti, plinti e/o blocchi, pozzetti, etc. dopo l'esecuzione dei getti è implicitamente compensata nel prezzo dell'opera stessa.

Nessun compenso aggiuntivo potrà essere richiesto per l'esecuzione dei sondaggi preliminari all'inizio degli scavi, necessari per accertarsi dell'esatta ubicazione dei sottoservizi.

Durante la fase di scavo dei cavidotti, dei plinti e/o dei blocchi, dei pozzetti, etc. dovranno essere

approntati tutti i ripari necessari per evitare incidenti ed infortuni a persone, animali o cose per effetto di scavi aperti non protetti. Durante le ore notturne la segnalazione di scavo aperto o di presenza di cumulo di materiali di risulta o altro materiale sul sedime stradale dovrà essere di tipo luminoso, a fiamma od a sorgente elettrica, tale da evidenziare il pericolo esistente per il transito pedonale e veicolare. Nessuna giustificazione potrà essere addotta dall'Appaltatore per lo spegnimento di dette luci di segnalazione durante la notte, anche se causato da forti eventi meteorologici.

Tutti i ripari e le protezioni di cantiere (cavalletti, transenne, etc.) dovranno riportare il nome della Ditta appaltatrice dei lavori, il suo indirizzo e numero telefonico. L'inadempienza delle prescrizioni sopra indicate potrà determinare sia la sospensione dei lavori, sia la risoluzione del contratto qualora l'Appaltatore risulti recidivo per fatti analoghi già accaduti nel presente appalto od anche in appalti precedenti;

- **pavimentazione bitumata di finitura:** ove previsto, su strato di fondazione in misto cementato di spessore minimo 5 cm in precedenza pulito e spruzzato di emulsione bituminosa catodica, sarà steso uno strato superficiale d'usura (tappeto).

Dovrà essere eseguita la fornitura, stesa e il costipamento di conglomerato bituminoso per strato di usura per marciapiedi o piste ciclabili (marcato CE, secondo UNI 13108/2006), con conglomerato tipo "D" e spessore compreso di 30mm, avente granulometria di 0-12/14mm secondo le specifiche tecniche e prestazionali indicate nelle norme tecniche. Il conglomerato sarà confezionato a caldo e composto da aggregati calcarei (costituito da una miscela di pietrischi, pietrischetti, graniglie, sabbie di frantumazione e additivo minerale, filler) ottenuti per frantumazione, opportunamente miscelati con bitume standard, penetrazione B50/70 (o B70/100 nel periodo invernale), tenore del 5,4-5,8% in peso riferito al peso della miscela di aggregati, steso con mini-vibrofinitrice e/o a mano e rullato con idonei rulli vibranti (4ton).

La stesura del manto bituminoso, priva di qualsiasi deformazione e con dimensione ed andamento fissato dalla DL, avverrà con apposita speciale macchina vibrofinitrice e con spessori, a lavoro finito e dopo la cilindratura, pari a quelli indicati negli allegati di progetto. Sarà particolarmente curata la "ripresa", in modo da evitare formazioni di pericolosi gradini;

- **pozzetti prefabbricati interrati con chiusini carrabili in ghisa:** anche nella fornitura e posa in opera dei pozzetti prefabbricati e dei relativi chiusini carrabili in ghisa dovranno essere mantenute le caratteristiche dimensionali e costruttive indicate negli elaborati di progetto.

Essi dovranno essere forniti e posti in opera in modo tale da risultare, alla fine dei lavori, perfettamente allineati orizzontalmente con la prevista quota stradale nel punto della loro installazione.

Dovranno inoltre essere rispettate le seguenti prescrizioni:

- esecuzione del relativo scavo con misure adeguate alle dimensioni del pozzetto;

- posa del pozzetto prefabbricato di tipo rinforzato, realizzato in c.l.s. armato e vibrato, posato su sottofondo di ciottolato di spessore minimo 15cm ed esecuzione di n°3 fori Ømin. 32mm sul fondo dello stesso per il drenaggio dell'acqua; posa su letto di malta cementizia dell'anello di prolunga (qualora necessario e/o previsto);
- conglobamento delle varie tubazioni in pvc, in ferro, etc. interessate dal pozzetto in oggetto (sia in ingresso, che in uscita, che in derivazione);
- sigillatura con malta cementizia degli interspazi creatisi tra la muratura monoblocco e le tubazioni sopradescritte;
- fornitura e posa, su letto di malta cementizia, di telaio e relativo chiusino carrabile in ghisa (vedi caratteristiche tecniche specifiche di portata e robustezza descritte negli elaborati di progetto);
- riempimento degli spazi residui con materiale di risulta o ghiaia naturale, adeguatamente costipati;
- ripristino del suolo come allo stato preesistente (sicut antea), se necessario anche con la stesura di manto bituminoso;
- trasporto alla discarica pubblica del materiale eccedente;
- **blocchi di fondazione dei pali:** nell'esecuzione dei blocchi di fondazione e dei plinti per il sostegno dei pali di illuminazione saranno mantenute sempre le caratteristiche dimensionali e costruttive indicate nei disegni allegati al progetto.

In ogni caso la Ditta appaltatrice dei lavori dovrà produrre, prima dell'inizio dei lavori, il progetto esecutivo del blocco di fondazione completo dei necessari calcoli statici, con riferimento anche ai reali parametri ed alle effettive caratteristiche del terreno, oltre che alle concrete sollecitazioni statiche e dinamiche a cui verrà sottoposto durante il normale funzionamento; il tutto anche nel caso di utilizzo di plinti di fondazione prefabbricati.

Saranno inoltre rispettate le seguenti prescrizioni:

- esecuzione dello scavo di pertinenza con misure adeguate alle dimensioni del blocco;
- formazione di sottofondo drenante in ciottolato di spessore minimo 15cm;
- formazione del blocco in calcestruzzo dosato a 425kg di cemento Rck per ogni mc;
- esecuzione della nicchia per l'incastro del palo, con l'impiego di adatta cassaforma;
- fornitura e posa in opera, entro il blocco in calcestruzzo, di adatto spezzone di tubazione in plastica Ø 40mm esterno, necessario ed adatto per il passaggio dei cavi;
- riempimento degli spazi residui con materiale di risulta o ghiaia naturale, adeguatamente costipati;
- ripristino del suolo come allo stato preesistente (sicut antea), se necessario anche con la stesura di manto bituminoso;
- trasporto alla discarica pubblica del materiale eccedente.

Alternativamente alla costruzione in opera, sarà ammesso anche l'impiego di plinti di fondazione / sostegno di tipo prefabbricato, adeguatamente dimensionati e calcolati come sopradescritto; in particolare nella fattispecie se ne prevedono di aventi le seguenti caratteristiche dimensionali:

- dimensioni esterne (85 x 60 x altezza 73)cm, peso circa 680kg, dotato di sede per l'innesto del palo
Ø interno 21cm - profondità di infissione massima 73cm.

L'eventuale rimozione di porzioni di cordoli del marciapiede sarà compresa nell'esecuzione dello scavo. Per tutte le opere elencate nel presente articolo sarà previsto nell'appalto il ripristino sicut-antea del suolo, pubblico e non. L'eventuale maggior dimensionamento dei blocchi di fondazione, che si rendesse necessario rispetto alle misure indicate in progetto, non darà luogo a nessun ulteriore compenso;

- **pali di sostegno e morsettiere interne (per nuovi attraversamenti pedonali):** i pali previsti per la nuova illuminazione/ segnalazione degli attraversamenti pedonali dovranno essere conformi alle relative norme di prodotto UNI EN40.

Si prevede l'impiego di pali conici dritti, realizzati utilizzando lamiera in acciaio S235JR (Fe 360B) con caratteristiche meccaniche conformi alla norma UNI EN 10025, formata a freddo mediante un impianto combinato "raddrizzatrice-spianatrice", con rifilatura ai bordi per eliminare le parti ossidate e/o deformate, tagliata in lunghezza mediante "slitter" e in diagonale mediante "sistema a rulli". Il trapezio risultante dovrà essere sottoposto a formatura a tronco di cono utilizzando presse piegatrici asservite da manipolatori automatici a controllo numerico. I lembi del tronco di cono dovranno essere uniti longitudinalmente mediante procedimenti di saldatura automatici e manuali; le saldature dovranno essere effettuate nel rispetto di specifiche tecniche di lavorazione (WPS) conformi alle norme UNI EN ISO 15609-2 ed adottando procedimenti qualificati (WPAR) conformi alle norme UNI EN ISO 15614-1. Tutti gli addetti alla saldatura dovranno essere qualificati con patentino secondo le norme UNI EN 1418 e 287-1 e supportati / controllati da una supervisione qualificata, nel rispetto della norma UNI EN 473. Le tolleranze di lavorazione dovranno risultare conformi alla norma UNI EN 40-2. La protezione superficiale, interna ed esterna, dovrà essere assicurata mediante un processo di zincatura a caldo, effettuato per immersione in bagno di zinco fuso, previo decapaggio teso a eliminare ogni scoria ed impurità. Il processo di zincatura dovrà essere realizzato in conformità alla norma UNI EN ISO 1461.

Essi dovranno inoltre garantire le seguenti dimensioni e accessoriamenti:

PALO CONICO DIRITTO Hft 5,00m

- altezza totale: 5,50m;
- altezza fuori terra: 5,00m;
- interrimento: 50cm;
- diametro alla base: 115mm;

- diametro alla sommità: 60mm;
- spessore: 6mm;
- peso: 35kg;
- asola ingresso cavi posta con mezzaria a 60cm dalla base, dimensioni (132x38)mm;
- manicotto termorestringente, costituito da guaina in polietilene di spessore 4mm e altezza minima 45cm, applicata a caldo dopo la zincatura in corrispondenza del punto di incastro con il blocco di fondazione;
- supporto saldato al palo, per bullone M12, posizionato a 90cm dalla base;
- asola per morsettiera interna palo posta con mezzaria a 180cm dalla base, avente dimensioni (132x38)mm. La chiusura della finestrella d'ispezione dovrà avvenire mediante un apposito portello, da esterno palo, con bloccaggio mediante chiave speciale. Il portello dovrà comunque essere montato in modo da soddisfare il grado minimo di protezione interna IP33 secondo norma CEI 70-1. La finestrella dovrà consentire l'accesso all'alloggiamento elettrico che dovrà essere munito di un dispositivo di fissaggio (guida) destinato a sostenere la morsettiera in classe II.

Il palo dovrà essere completato con la fornitura e posa in opera a perfetta regola d'arte di di dispositivo di derivazione e portello di chiusura da esterno palo (Sem Pali art. 4300/MOR2 + 4300/1, o altre in tutto similari per qualità e costo, approvate dalla DL), avente le seguenti caratteristiche tecniche principali:

- morsettiera completa di n°2 portafusibili sezionabili per fusibili a cartuccia di taglia (5x20)mm - corrente nominale 10A - tensione nominale 250V, n°4 morsetti da 6mm², grado di protezione perimetro coperchio IP43 - ingresso cavi IP23, grado di resistenza all'urto IK08, classe di isolamento II;
- corpo portello verniciato, realizzato in lega di alluminio UNI EN1706 AC - 46100 DF pressocolata, guarnizione di tenuta in poliuretano espanso (resistente agli agenti atmosferici ed ai raggi UV), viti di serraggio in acciaio inox AISI 304, grado di protezione IP54 secondo CEI EN 60529, resistenza all'urto IK08 secondo CEI EN 50102, montaggio effettuato all'esterno della feritoia del palo, adatto per feritoia con testate semitonde (diametro esterno 76 ÷ 114 mm).

Tanto il sostegno quanto il portello della morsettiera dovranno essere forniti verniciati in ciclo automatico a polveri epossidiche essiccate in forno, colore grigio scuro ferromicaceo (del tutto analogo e compatibile con il colore di verniciatura degli apparecchi illuminanti tipo Gmr Enlights srl previsti).

Il percorso dei cavi all'interno dei blocchi e nell'asola inferiore dei pali sino alla morsettiera di connessione dovrà essere protetto con l'impiego di uno o più tubi in pvc flessibile serie pesante Ø 32mm esterno, posato all'atto della collocazione dei pali stessi entro i fori predisposti nei blocchi di fondazione medesimi.

Ad infissione e posizionamento dei pali avvenuta, il foro nel plinto rimanente dovrà essere accuratamente riempito con sabbia fine e sigillato superiormente con almeno 5cm di sabbia/cemento, lisciata superiormente in pendenza verso l'esterno, in modo da evitare e/o limitare qualsiasi ristagno d'acqua contro il palo stesso.

- **linee e cavi elettrici:** l'Appaltatore dovrà provvedere alla fornitura ed alla posa in opera dei cavi relativi ai vari circuiti di alimentazione. Tutti i conduttori saranno in rame, flessibili, rispondenti alle vigenti norme CEI 20-11, CEI 20-22 II, CEI 20-34, CEI 20-35 e CEI 20-37 (e successive varianti e/o integrazioni), conformi al regolamento CPR UE 305/11; essi dovranno disporre di certificazione IMQ od altra equivalente, riportare stampigliata la sezione/formazione e la metratura progressiva.

Sono previsti cavi per energia elettrica identificati dalle seguenti sigle di designazione:

- conduttori unipolari con guaina: conduttore 1x tipo FG16R16-0,6/1kV;
- cavi multipolari: cavi 2x tipo FG16OR16-0,6/1kV.

Il dimensionamento dei conduttori attivi dovrà essere sempre tale da soddisfare le esigenze di portata, resistenza ai cortocircuiti e caduta di tensione richieste dalle norme tecniche vigenti.

I cavi multipolari avranno le guaine isolanti interne colorate in modo da individuare la fase relativa. Per i cavi unipolari la distinzione delle fasi e/o del neutro dovrà apparire esternamente sulla guaina protettiva. Sarà consentita l'apposizione di fascette distintive in nastro adesivo ogni tre metri, colorate in modo diverso (grigio, marrone o nero ==> fasi - blu chiaro ==> neutro). L'eventuale fornitura e posa in opera del nastro adesivo di differenziazione si intende compensata nel prezzo.

Linee diverse ma percorrenti lo stesso cavodotto dovranno sempre essere distinguibili tra loro in modo chiaro, con etichettature o nastrature o colorazioni indelebili e certe, così da poterle identificare sempre e comunque, anche nei punti di transito.

A favore della sicurezza, qualsiasi tipo di conduttori e/o cavi infilati entro pali o tubi in materiale metallico, saranno ulteriormente protetti da adatta guaina isolante.

Nella formulazione del prezzo a corpo è stato tenuto conto, tra l'altro, anche degli oneri dovuti all'uso dei mezzi d'opera e di attrezzature, anche a nolo.

Conduttore FG16R16-0,6/1KV CPR UE 305/11 unipolare isolato in HEPR

Conduttore unipolare flessibile a doppio isolamento per posa fissa tipo FG16R16-0,6/1kV conforme ai requisiti previsti dalla normativa europea Prodotti da Costruzione (CPR UE 305/11), Euroclasse Cca-s3, d1,a3 secondo norma EN 50575:2016, con conduttori a corda rotonda flessibile di rame rosso ricotto isolati con gomma HEPR ad alto modulo qualità G16 che conferisce al cavo elevate caratteristiche elettriche, meccaniche e termiche, riempitivo/guainetta di materiale non igroscopico, guaina esterna in PVC speciale di qualità R16 colore grigio, tensione nominale 0.6/1kV, temperatura massima di esercizio

90°C, temperatura massima di corto circuito 250°C, adatto all'alimentazione elettrica in costruzioni e altre opere di ingegneria civile con l'obiettivo di limitare la produzione e la diffusione di fuoco e di fumo, per installazione fissa all'interno e all'esterno (su murature e/o strutture metalliche, su passerelle, entro tubazioni, canali portacavi e sistemi similari), ammessa la posa interrata (solo se protetta oppure entro tubazione). Riferimenti normativi CEI UNEL 35318, EN 50575:2014+A1, CEI 20-13 vigente, EN 50399, EN 60754-2, EN 61034-2, EN 60332-1-2.

Si intendono compresi tutti gli oneri per:

- linea c.s.d. fornita e posta in opera;
- collari di identificazione numerati, posti alle estremità e nei punti di ispezione;
- formazione di teste con capicorda di tipo preisolato;
- accessori per l'ancoraggio entro i canali e/o tubazioni portacavi;
- giunzioni in genere;
- collegamenti in morsettiera;
- quant'altro necessario alla realizzazione del lavoro a regola d'arte.

Cavo FG16OR16-0,6/1KV CPR UE 305/11 multipolare isolato in HEPR

Cavo multipolare flessibile a doppio isolamento per posa fissa tipo FG16OR16-0,6/1kV conforme ai requisiti previsti dalla normativa europea Prodotti da Costruzione (CPR UE 305/11), Euroclasse Cca-s3, d1,a3 secondo norma EN 50575:2016, con conduttori a corda rotonda flessibile di rame rosso ricotto isolati con gomma HEPR ad alto modulo qualità G16 che conferisce al cavo elevate caratteristiche elettriche, meccaniche e termiche, riempitivo/guainetta di materiale non igroscopico, guaina esterna in PVC speciale di qualità R16 colore grigio, tensione nominale 0.6/1kV, temperatura massima di esercizio 90°C, temperatura massima di corto circuito 250°C, adatto all'alimentazione elettrica in costruzioni e altre opere di ingegneria civile con l'obiettivo di limitare la produzione e la diffusione di fuoco e di fumo, per installazione fissa all'interno e all'esterno (su murature e/o strutture metalliche, su passerelle, entro tubazioni, canali portacavi e sistemi similari), ammessa la posa interrata (solo se protetta oppure entro tubazione). Riferimenti normativi CEI UNEL 35318, EN 50575:2014+A1, CEI 20-13 vigente, EN 50399, EN 60754-2, EN 61034-2, EN 60332-1-2.

Si intendono compresi tutti gli oneri per:

- linea c.s.d. fornita e posta in opera;
- collari di identificazione numerati, posti alle estremità e nei punti di ispezione;
- formazione di teste con capicorda di tipo preisolato;
- accessori per l'ancoraggio entro i canali e/o tubazioni portacavi;
- giunzioni in genere;

- collegamenti in morsettiera;
- quant'altro necessario alla realizzazione del lavoro a regola d'arte.
- **cassette - giunzioni - derivazioni:** la derivazione agli apparecchi di illuminazione, da realizzarsi sempre in cavo bipolare tipo FG16OR16-0,6/1kV della sezione minima di 1,5mm², sarà effettuata con l'ausilio di una cassetta di connessione in classe II, alloggiata all'interno del palo in corrispondenza della prevista asola fuori terra. La salita all'asola ed alla cassetta dei cavi unipolari sarà riservata unicamente alla fase interessata dal "punto luce" ed al neutro, escludendo le eventuali restanti fasi; per eventuali tratti dorsali di lunghezza rilevante dovrà essere previsto altresì un sezionamento dell'intera linea, facendo transitare sia le fasi che il neutro in una cassetta collocata nell'asola di un palo, secondo le indicazioni della DL.
Non saranno ammesse in nessun modo giunzioni o derivazioni di conduttori/cavi all'interno di pozzetti di derivazione/distribuzione interrati (salvo dove specificatamente richiamato, e comunque previa autorizzazione scritta da parte della D.LL.);

- **quadri, quadretti e cassette (eventuali):** saranno di tipo modulare, realizzati in vetroresina rinforzata e/o in materiale plastico isolante, globalmente in classe di isolamento II, rispondenti alle relative norme di legge; nel loro posizionamento si dovranno seguire le indicazioni della DL, sentito il parere dell'Ufficio Tecnico del Comune.

Se previsti, i contenitori principali dovranno poggiare su apposita zoccolatura in c.l.s. che consenta un opportuno distacco dal piano di calpestio (altezza mai inferiore a 25cm). Saranno altresì a carico dell'Appaltatore tutte le necessarie opere edili di scavo e di ripristino, e tutti gli accessori necessari all'ingresso nel quadro dei cavi, sia in arrivo che in partenza.

I quadri conterranno direttamente o indirettamente (vedi ulteriori carpenterie di contenimento) al loro interno tutte le apparecchiature di protezione e comando descritte in progetto, nel rispetto della normativa vigente: in particolare saranno impiegati a protezione delle linee uscenti interruttori di tipo magnetotermici differenziale per correnti alternate, ciò salvo particolare diversa disposizione.

Il grado di protezione di carpenterie, quadri e cassette di derivazione o scatole dovrà essere superiore od uguale ad IP44 a cassetta o quadro chiusi, od uguale ad IP20 a cassetta o quadro aperti.

Il prezzo a corpo offerto dalla Ditta appaltatrice compenserà la fornitura, il trasporto, la manodopera per l'assemblaggio, il collaudo e la messa in servizio di tutti i componenti e delle apparecchiature: a fine lavori dovrà essere rilasciata dal costruttore regolare certificazione di conformità completa di tutti gli allegati obbligatori, secondo i disposti delle norme CEI 17-113 e 17-114 (o CEI 23-51, nel caso di cadessero nel campo di applicabilità);

- **interuttori (eventuali):** essi saranno di tipo modulare, alloggiati in segmenti segregati a seconda della tipologia prevista, conformi alle rispettive norme costruttive, con potere d'interruzione adeguato e con un grado di protezione minimo IP20, dotati di marchiatura IMQ o equivalente;

- **apparecchi di illuminazione:** tutti gli apparecchi di illuminazione dovranno essere di primaria marca e corrispondere in toto alle descrizioni specifiche riportate nell'Elenco Prezzi Unitari e/o nella Lista delle Lavorazioni e Categorie Previste per l'Esecuzione dell'Appalto.

Dovranno possedere le seguenti caratteristiche generali:

- corpo in pressofusione di alluminio EN1706, colore grigio scuro ferromicaceo; apparecchio apribile e rigenerabile, con componentistica interna sostituibile senza utilizzo di utensili;
- protezione delle superfici per mezzo di 1. microsabbatura, 2. decapaggio a caldo in soluzione fosfosgrassante a base di zinco, 3. processo specifico per la preparazione delle superfici prima della verniciatura, 4. lavaggio con acqua, 5. risciacquo con acqua demineralizzata e successiva asciugatura, 6. applicazione di fondo a polvere e successiva cottura del fondo in forno a 180°, 7. applicazione di polvere a finire utilizzando un prodotto high durability e cottura finale in forno a 180°;
- sistema ottico a rifrazione composto da single-chip LED, lenti in PMMA garantite 30 anni contro UV e ingiallimento da invecchiamento, recuperatore in alluminio con grado di purezza 99,7%;
- schermo in vetro ultrachiaro temprato e serigrafato, spessore 4mm;
- guarnizione di tenuta siliconica, rimovibile;
- pressacavo in poliammide PA66 / PG16 / Ø 14mm massimo, grado di protezione IP68;
- bulloneria in acciaio inox AISI304;
- attacco per testa-palo e/o codolo laterale Ø 42-60mm e 60-76mm, con regolazione fino a +20° (testa-palo) e fino a -20° +10° (su codolo) a passi di 5°, in modo da mantenere la posizione dell'apparecchio sempre orizzontale;

Caratteristiche elettriche

- alimentatore elettronico dimmerabile con opzione "mezzanotte virtuale", con profilo impostato che riduce automaticamente il flusso luminoso del 30% per una durata complessiva di 6 ore per ogni ciclo di accensione (circa dalle ore 24:00 alle ore 06:00);
- alimentazione 220-240V - 50/60Hz - tolleranza +/-10%;
- fattore di potenza maggiore di 0,95 (a pieno carico);
- fattore THD <10% (a pieno carico)
- corrente di pilotaggio variabili a seconda dei tipi, comunque con protezione termica;
- dispositivo di protezione surge SPD integrato 10kV, type II;

Caratteristiche illuminotecniche

- moduli led ad alta efficienza, di flusso luminoso variabile a seconda della tipologia;
- temperatura colore 3.000K oppure 4.000K, variabile a seconda dei tipi;
- resa cromatica CRI > 70;
- moduli ottici a rifrazione composto da single-chip LED, con lenti in PMMA e recuperatore in alluminio;

- sicurezza fotobiologica di classe 0 IEC/TR62471 (rischio esente);

Durata di vita (Ta=25°C, 700ma)

- 100.000 ore L90B10.

Altre caratteristiche

- dimensioni: (682x456x138)mm;
- peso massimo: 8,60kg;
- indice Cxs: laterale 0,05m², in pianta 0,18m²;
- grado di protezione: IP66 - IK09;
- classe di isolamento: II;
- temperatura di esercizio: da -40°C a +50°C (a 1.050mA);
- conformità alle norme di prodotto EN 60598-1, EN 60598-2-3, EN 62471, EN 55015, EN 61547, EN 61000-3-2 e EN 61000-3-3; dotata di marchio di conformità ENEC e marcatura CE; compatibilità elettromagnetica EMC.

In particolare si prevede i seguenti modelli:

GMR ENLIGHTS SRL serie VESTA B mod. VESTA B SMALL SA GL06 700 3K ottica 3H

- potenza totale del sistema 55W, efficienza luminosa effettiva non inferiore a 132lm/W;
- corrente di pilotaggio 700mA con protezione termica;
- moduli led di flusso luminoso nominale 8.822lm e flusso emesso 7.301lm;
- temperatura colore 3.000K;
- n°6 moduli ottici;
- emissione fotometrica tipo "3H" di tipo asimmetrica, per illuminazione stradale;

GMR ENLIGHTS SRL serie VESTA B mod. VESTA B SMALL SA GL08 700 4K ottica 4A

- potenza totale del sistema 72,5W, efficienza luminosa effettiva non inferiore a 138lm/W;
- corrente di pilotaggio 700mA con protezione termica;
- moduli led di flusso luminoso nominale 11.650lm e flusso emesso 10.046lm;
- temperatura colore 4.000K;
- n°8 moduli ottici;
- emissione fotometrica tipo "4A" di tipo asimmetrica destra, specifica per illuminazione attraversamenti pedonali;

GMR ENLIGHTS SRL serie VESTA B mod. VESTA B SMALL SA GL08 1050 4K ottica 4A

- potenza totale del sistema 106W, efficienza luminosa effettiva non inferiore a 127lm/W;
- corrente di pilotaggio 1.050mA con protezione termica;
- moduli led di flusso luminoso nominale 15.744lm e flusso emesso 13.557lm;
- temperatura colore 4.000K;
- n°8 moduli ottici;
- emissione fotometrica tipo "4A" di tipo asimmetrica destra, specifica per illuminazione attraversamenti pedonali.

In ottemperanza alla norma CEI 34-21 i componenti degli apparecchi di illuminazione dovranno essere cablati a cura del costruttore degli stessi, i quali pertanto dovranno essere forniti e dotati completi di sorgenti luminose ed ausiliari elettrici rifasati: detti singoli componenti dovranno essere conformi alle norme CEI di prodotto e di riferimento.

Tutti gli apparecchi dovranno essere montati in modo che risulti agevole la manutenzione. Il circuito elettrico degli apparecchi dovrà essere applicato su di un unico elemento asportabile, reso solidale col diffusore o, preferibilmente, sistemato sul fondo dell'apparecchio, comunque facilmente accessibile per manutenzione. Se il circuito elettrico dovesse risultare solidale col diffusore, questo, quando dovesse venire disaccoppiato dalla parte fissa, dovrà rimanere vincolato a mezzo di catenelle, cerniere o altro del tipo anticaduta.

Sugli apparecchi di illuminazione dovranno essere indicati in modo chiaro e indelebile, ed in posizione che siano visibili durante la manutenzione, i dati previsti dalla sezione 3 - Marcatatura della norma CEI 34-21.

Gli apparecchi di illuminazione dovranno altresì soddisfare i requisiti richiesti dalla Legge n°17 del 07.08.2009 della Regione Veneto; in particolare dovranno avere intensità massima in opera nell'emisfero superiore ($\geq 90^\circ$) di 0 (zero) cd/klm.

I produttori devono quindi rilasciare la dichiarazione di conformità alla L. Veneto n°17/09 delle loro apparecchiature e devono inoltre allegare, le raccomandazioni di corretto uso.

La documentazione tecnica dovrà comprendere la misurazione fotometrica dell'apparecchio, effettuata secondo le norme in vigore, sia in forma tabellare numerica su supporto cartaceo che sotto forma di file standard in formato "Eulumdat".

Tale documentazione dovrà specificare tra l'altro:

- la temperatura ambiente durante la misurazione;
- la tensione e la frequenza di alimentazione della lampada;

- la norma di riferimento utilizzata per la misurazione;
- l'identificazione del laboratorio di misura ed il nominativo del responsabile tecnico;
- le specifiche della lampada (sorgente luminosa) utilizzata per la prova;
- la posizione dell'apparecchio durante la misurazione;
- il tipo di apparecchiatura utilizzata per la misura e la relativa incertezza di misura;
- la dichiarazione dal responsabile tecnico di laboratorio o di enti terzi, quali l'IMQ, circa la veridicità delle misure.

Questi dati devono essere accompagnati da una dichiarazione sottoscritta dal responsabile tecnico di laboratorio che attesti la veridicità della misura. Gli apparecchi dovranno inoltre essere forniti della seguente ulteriore documentazione:

- angolo di inclinazione massimo, rispetto al piano orizzontale, a cui deve essere montato l'apparecchio in modo da soddisfare i requisiti della alla L. Veneto (in genere l'inclinazione deve essere nulla - vetro di protezione parallelo al terreno);
- diagramma di illuminamento orizzontale (curve isolux) riferite a 1.000 lumen;
- diagramma del fattore di utilizzazione;
- classificazione dell'apparecchio agli effetti dell'abbagliamento con l'indicazione delle intensità luminose emesse rispettivamente a 90° (88°) ed a 80° rispetto alla verticale e la direzione dell'intensità luminosa massima (I max) sempre rispetto alla verticale.

Il tipo di apparecchio di illuminazione da installare, nell'ipotesi che non fosse già stato indicato per tipo e caratteristiche nell'Elenco Prezzi Unitari o negli elaborati grafici, dovrà comunque essere preventivamente approvato dal Direttore dei Lavori, pena il suo allontanamento e la sua sostituzione.

L'Appaltatore provvederà all'approvvigionamento, al trasporto, all'immagazzinamento temporaneo, al trasporto a piè d'opera, al montaggio su paio o braccio o testata, all'esecuzione dei collegamenti elettrici, alle prove di funzionamento degli apparecchi di illuminazione con le caratteristiche definite in precedenza;

- **sistema di regolazione del flusso per apparecchi a led di illuminazione stradale e/o arredo urbano:** al fine di garantire il rispetto dei contenuti di cui alla L.R. Veneto 17/09 art. 9 comma 2 lettera d, in materia di riduzione del flusso luminoso, ciascun nuovo apparecchio di illuminazione stradale e/o arredo urbano dovrà essere fornito preconfigurato di fabbrica con riconoscimento della "mezzanotte virtuale" (senza filo pilota) e con un profilo in grado di garantire una riduzione del flusso luminoso con le seguenti modalità:
 - accensione al crepuscolo, con output di potenza e di flusso luminoso al 100% (nominale);
 - riduzione della potenza assorbita e del flusso luminoso emesso a un valore di circa il 70% (rispetto al nominale), per un periodo intercorrente dalle ore 24.00 fino alle ore 6:00 del mattino successivo;

- aumento della potenza assorbita e del flusso luminoso emesso a un valore del 100% (nominale), dalle 6:00 e fino all'alba (variabile in funzione della stagionalità).
- **integrazione di centro luminoso pedonale con segnale 303 C.d.S. 60x60 retroilluminato e lampeggianti bifacciali:** integrazione con segnale 303 C.d.S. 60x60cm retroilluminato a led bifacciale traslucida classe 2 riflettente (dimensioni effettive 65x81,5cm) completo di n°4 lampeggianti Ø 100mm color ambra Basic102 certificati EN12352 L2H a lampeggio continuo - n°2 per ogni lato (tipo La Semaforica art. SLP/60/L/R, o altro in tutto simile per qualità, caratteristiche e costo, approvato dalla DL); fornito completo di attacco a bandiera per palo da Ø 90mm in su oppure in alternativa con fissaggio tramite band-it o con viti M8; grado di protezione IP65, classe di isolamento II; alimentazione 230V 50Hz grazie all'alimentatore integrato internamente, consumo massimo 45W; conformità alla norma UNI EN12899;
- **impianto di terra - dispersori (eventuali):** nel caso, gli apparecchi di illuminazione e/o gli altri dispositivi in classe di isolamento I dovranno essere collegati all'impianto dispersore di terra per mezzo di conduttori di protezione e/o di terra di sezioni adeguate e conformi (vedi art. 542.3 e 543.1 della vigente norma CEI 64-8), aventi guaina esterna di colore giallo-verde e di tipo FS17 450/750V.

L'impianto dispersore dovrà rispondere alle prescrizioni delle norme CEI 11-1 e CEI 64-8 (non si potranno utilizzare dispersori indipendenti, bensì l'impianto di terra dovrà risultare unico).

I dispersori saranno del tipo "a croce", posati entro appositi pozzetti di ispezione con chiusini di tipo carrabile; sia i dispersori a puntazza, che i pozzetti di ispezione dovranno essere preventivamente approvati dalla DL;

- **muffola di giunzione / derivazione in pozzetto, con morsetti a compressione e nastro autoagglomerante (solamente dove prevista):** esecuzione a perfetta regola d'arte di muffola per la giunzione e/o la derivazione di linee elettriche a doppio isolamento entro pozzetto interrato, da eseguirsi esclusivamente con la seguente modalità:
 - preliminarmente messa a nudo dei conduttori a doppio isolamento interessati dalla giunzione e/o dalla derivazione;
 - conseguente connessione del conduttore in derivazione al conduttore principale, tramite compressione del connettore in rame a compenetrazione molecolare;
 - ripristino del primo isolamento con nastro isolante autoagglomerante, di spessore 0.76mm, fornito e posto in opera incrociato a n°4 strati sovrapposti e comunque fino al ripristino dell'isolamento originale;
 - in ultimo, ripristino della guaina esterna di protezione del conduttore con l'impiego nastro isolante autoestinguente in pvc CEI 15-15 F PVC p/90/o/Tp, di spessore minimo 0.20mm, fornito e posto in opera incrociato a n°4 strati sovrapposti e comunque fino al ripristino dell'isolamento originale.

Il tutto per la giunzione e/o la derivazione di linee monofasi, di tipo passanti e/o derivati (con n°1 o più derivazioni), anche secondo le indicazioni della DL;

- **smantellamenti:** i vecchi punti luce, armature stradali e/o impianti semaforici, i vecchi quadri elettrici e/o complessi regolatori, le vecchie linee di distribuzione dorsali e/o terminali, gli organi di collegamento e le apparecchiature di protezione/comando, se sostituiti o eliminati, andranno smantellati con particolare cura ed attenzione secondo le indicazioni del presente Capitolato, dell'Elenco Prezzi Unitari e come da prescrizioni della DL.

Tutti i complessi ed i materiali smantellati dovranno, a insindacabile giudizio della DL, essere definitivamente trasportati a discarica autorizzata oppure, qualora lo si ritenesse opportuno, presso i magazzini comunali e/o delle varie società proprietarie e di gestione degli impianti stessi.

Nel primo caso (trasporto a discarica autorizzata) si intendono compresi nell'appalto tutti gli oneri per lo smontaggio accurato, il carico su adatti automezzi (eventuali noli inclusi), il trasporto fino alla discarica autorizzata più vicina, i diritti di discarica e quant'altro si rendesse necessario; nel secondo caso (trasporto ai magazzini della Committenza e/o delle società di gestione) si intendono compresi nell'appalto tutti gli oneri per lo smontaggio accurato, il carico su adatti automezzi (eventuali noli inclusi), il trasporto fino ai magazzini degli Enti di cui sopra (fino a 30km di distanza), lo scarico e l'accatastamento e quant'altro si rendesse necessario

Nessuna obiezione e/o maggior pretesa economica potrà essere sollevata dalla Ditta appaltatrice per decisioni prese dalla DL circa la destinazione finale dei vari componenti d'impianto di cui è previsto lo smantellamento;

- **opere "particolari" o "speciali":** le eventuali opere "particolari" o "speciali" dovranno essere aderenti agli eventuali disegni di progetto ed in tutto rispondenti a quanto descritto nell'Elenco Prezzi Unitari allegato, rispettose delle prescrizioni e indicazioni della DL; andranno eseguite nel rispetto della vigente normativa usando materiali di ottima qualità secondo l'insindacabile giudizio della DL.

Nota bene: si intendono a cura della Ditta appaltatrice i calcoli delle protezioni contro le sovracorrenti, delle cadute di tensione ed i calcoli illuminotecnici sulla base delle caratteristiche tecniche degli interruttori, dei circuiti elettrici, degli apparecchi illuminanti e delle lampade che l'Appaltatore utilizzerà (se diversi da quelli impiegati per i calcoli di dimensionamento allegati al presente progetto).

5.14.2 Misura e valutazione dei lavori elettrici

Al fine di evitare equivoci e/o inutili contenziosi a fine lavori, si forniscono i principali metodi e criteri generali di valutazione per la misura e la stima delle opere eseguite.

La valutazione finale delle opere realizzate sarà fatta **"a misura"**.

Si precisa che gli oneri relativi all'infissione di viti e/o tasselli, all'impiego di staffe e/o supporti per il fissaggio delle varie apparecchiature a pavimento, a parete o su qualsiasi altro supporto, s'intendono integralmente inclusi nei prezzi dell'Elenco Prezzi Unitari (anche se non definiti e/o specificati in maniera esplicita).

Le assistenze e le opere murarie di pertinenza dell'impianto elettrico saranno, di norma, eseguite dalla stessa ditta Appaltatrice elettrica, salvo diversa indicazione; nel caso in cui l'assistenza sia eseguita dall'Appaltatore edile la Ditta elettrica installatrice dovrà comunque dare, compresa nel prezzo e senza avanzare pretese di sorta, tutta l'assistenza tecnica per i rilievi, per i tracciamenti e per tutte le indicazioni necessarie alla corretta realizzazione delle opere (anche di saggio, di verifica e/o di controllo finale).

Per **i cavi e i conduttori elettrici** il metodo di valutazione "a misura", oltre alle quantità rilevabili in campo per ciascun tipo e formazione / sezione di conduttore, intende mediamente compensati e inclusi tutti gli oneri per:

- formazione di teste di cavo;
- sfridi;
- uso di morsetti e/o fascette di ancoraggio;
- contrassegno di origine e destinazione, applicati con collari di plastica e scritte indelebili;
- numerazione dei conduttori, coerentemente con quanto riportato nei disegni esecutivi;
- ancoraggi a superfici orizzontali e verticali di qualsiasi genere (scale posa cavi, canali, pali, murature, etc.), eseguiti con intervallo massimo di 50cm;
- congiunzioni e collegamenti vari a sbarre, a morsetti o a qualsiasi altro tipo di apparecchio.

Per la determinazione in campo della quantità di conduttori / cavi effettivamente posti in opera si dovrà far riferimento allo sviluppo lineare di ogni singola linea dal punto di partenza al punto di arrivo, includendo le eventuali scorte previste (in pozzetti, plinti, cassette, etc.).

Per **le tubazioni** il metodo di valutazione e di misura "a misura", oltre alle quantità rilevabili in campo per ciascun tipo e sezione di cavidotto, intende mediamente compensati e inclusi tutti gli oneri per:

- elementi di giunzione, trasposizione e curvatura, pezzi speciali e/o prestampati;
- viti, tasselli, bulloni, collari, minuterie di fissaggio e di ancoraggio;
- supporti, mensole e qualunque altro sistema di fissaggio;
- filo pilota interno;
- tracciatura, scavo e successive operazioni di ripristino, su superfici di qualsiasi natura;
- coppelle o sigilli di protezione in c.l.s.;
- banda colorata di segnalazione presenza cavi elettrici sottostanti;
- carico, scarico e trasporto a discarica autorizzata di materiali di risulta di qualsiasi tipo.

Per **i corpi illuminanti** in genere il metodo di valutazione "a misura", oltre alle quantità rilevabili in campo per ciascuna tipologia, comprende tutti i gravami per:

- tasselli, viti, supporti, sostegni, catenelle, tiges e quant'altro necessario per la loro installazione;
- condensatori di rifasamento;

- fusibili di protezione;
- cablaggio interno con conduttori termoresistenti fino a temperature di 105°C;
- pressacavi, pressatubi e morsettiere, tutti con grado di protezione adeguato all'ambiente di posa;
- morsetto di terra se previsto e necessario (apparecchio in classe I);

cerniere e sostegni di sicurezza per gli schemi atti a impedirne la caduta, ad esempio in caso di manutenzione