



REGIONE ABRUZZO

Giunta Regionale

Direzione LL.PP., Ciclo Idrico Integrato, Difesa del Suolo e
della Costa, Protezione Civile
C.O.R. (CENTRO OPERATIVO REGIONALE)



PROGETTO ESECUTIVO - S.A.E.

PROVINCIA DI TERAMO COMUNE DI COLLEDARA



BANDO DI GARA:

Fornitura, Trasporto e Montaggio di
Soluzioni abitative emergenziali (S.A.E.)
e servizi ad esse connessi

A.T.I



MODULCASA LINE S.p.A.

Via Martini n.3 - 43029 loc. Bannone di Traversetolo (PR)

tel 0521-848421; fax 0521-848309

mail pec modulcasa@pec.it



NAV SYSTEM

Piazzale Piero Sraffa n.45 - 47521 Cesena (FC)

tel 0547-350505; fax 0547-350500

mail pec nav-system@italia-pec.com

Resp. Coord. tra le varie
prestazioni specialistiche

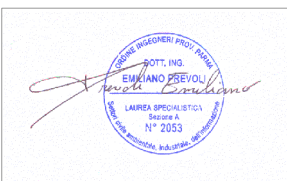
Progettista Architettonico

Progettista Strutturale

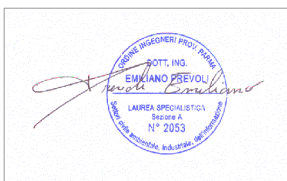
Progettista Impianti Meccanici

Progettista Impianti Elettrici

Opere di Urbanizzazione



Opere di Fondazione



REV	DATA	NOTE
0	09-06-2017	emissione

REV	DATA	NOTE
1	12-07-2017	REV.1

REV	DATA	NOTE
-----	------	------

REV	DATA	NOTE
-----	------	------

TIPO DI PREFABBRICATO: Prefabbricato Metallico Coibentato

DESTINAZIONE D'USO: Abitazioni Emergenziali: soluzioni
40 mq - 60 mq - 80 mq

DESCRIZIONE TAVOLA:
CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO
PARTE TECNICA

REDATTO:

CONTROLLATO:

APPROVATO:

SCALA:

DATA: 12-07-2017

Codice Tavola

6.3.3.h2

LA DITTA SI RISERVA A TERMINI DI LEGGE LA PROPRIETA' DI QUESTO DISEGNO CON DIVIETO DI RIPRODURLO O DI RENDERLO COMUNQUE NOTO A TERZI.

INDICE

QUALITA' E PROVENIENZA DEI MATERIALI.....	6
<u>Art. 1: Condizioni generali d'accettazione - prove di controllo</u>	<u>6</u>
<u>Art. 2: Caratteristiche dei vari materiali</u>	<u>6</u>
NORME PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI.....	8
<u>Art. 3: Osservanza leggi e regolamenti.....</u>	<u>8</u>
<u>Art. 4: Attività preliminari</u>	<u>12</u>
<u>Art. 5: Scavi e demolizioni.....</u>	<u>13</u>
<i>Norme generali.....</i>	<i>13</i>
<i>Operazioni iniziali</i>	<i>14</i>
<i>Generalità.....</i>	<i>14</i>
<i>Scavi di sbancamento</i>	<i>16</i>
<i>Scavi a sezione obbligata.....</i>	<i>17</i>
<i>Demolizione di murature</i>	<i>17</i>
<i>Idrodemolizioni</i>	<i>18</i>
<i>Demolizione di pavimentazione totale o parziale di strati in conglomerato bituminoso realizzato con frese</i>	<i>18</i>
<i>Demolizione dell'intera sovrastruttura realizzata con sistemi tradizionali</i>	<i>19</i>
<i>Rimozione</i>	<i>19</i>
<u>Art. 6: Preparazione del piano di posa dei rilevati e della pavimentazione in trincea.....</u>	<u>20</u>
<i>Scotico, bonifica e gradonature</i>	<i>20</i>
<i>Caratteristiche del piano di posa del rilevato e della pavimentazione stradale in trincea</i>	<i>21</i>
<i>Prove di controllo sul piano di posa.....</i>	<i>22</i>
<u>Art. 7: Terra stabilizzata a calce</u>	<u>23</u>
<i>Generalità.....</i>	<i>23</i>
<i>Caratteristiche dei materiali.....</i>	<i>23</i>
<u>Art. 8: Formazione dei rilevati</u>	<u>33</u>
<i>Premessa.....</i>	<i>33</i>
<i>Generalità.....</i>	<i>36</i>
<i>Classificazione dei materiali.....</i>	<i>36</i>
<i>Classificazione dei prodotti.....</i>	<i>36</i>
<i>Classificazione dei componenti ausiliari.....</i>	<i>36</i>
<i>Tracciamenti.....</i>	<i>36</i>
<i>Riutilizzo dei terreni derivanti da scavi</i>	<i>37</i>
<i>Cave di prestito</i>	<i>37</i>
<i>Utilizzo di aggregati derivanti dal riciclo.....</i>	<i>37</i>
<i>Discariche e luoghi di deposito.....</i>	<i>38</i>
<i>Accumulo degli aggregati in cantiere.....</i>	<i>38</i>
<i>Formazione dei rilevati</i>	<i>39</i>
<i>Sottofondi.....</i>	<i>41</i>
<u>Art. 9: Rinterri</u>	<u>42</u>
<i>Riempimenti e ripristini degli scavi</i>	<i>43</i>
<i>Sistemazione superficiale.....</i>	<i>43</i>
<u>Art. 10: Strati di fondazione.....</u>	<u>44</u>
<i>Strato di fondazione di pavimentazioni flessibili</i>	<i>44</i>

Art. 11:	Pavimentazioni in conglomerati bituminosi	45
	<i>Specifiche generali per il confezionamento di conglomerati bituminosi</i>	<i>45</i>
	<i>Trasporto delle miscele</i>	<i>46</i>
	<i>Strato di base</i>	<i>46</i>
	<i>Strato di collegamento e strato di usura</i>	<i>51</i>
	<i>Strato di collegamento e strato di usura provenienti da rigenerazione</i>	<i>56</i>
Art. 12:	Pavimentazioni in moduli autobloccanti di conglomerato cementizio	58
	<i>Generalità.....</i>	<i>58</i>
	<i>Preparazione della miscela di allettamento</i>	<i>58</i>
	<i>Posa in opera dello strato di collegamento (allettamento).....</i>	<i>58</i>
	<i>Posa in opera di masselli</i>	<i>59</i>
Art. 13:	Conglomerati cementizi.....	60
	<i>Cemento.....</i>	<i>60</i>
	<i>Aggregati.....</i>	<i>61</i>
	<i>Acqua di impasto.....</i>	<i>62</i>
	<i>Additivi.....</i>	<i>62</i>
	<i>Additivi fluidificanti, superfluidificanti e iperfluidificanti.....</i>	<i>63</i>
	<i>Additivi aeranti.....</i>	<i>63</i>
	<i>Trasporto.....</i>	<i>63</i>
	<i>Posa in opera</i>	<i>64</i>
Art. 14:	Casseforme	66
	<i>Generalità.....</i>	<i>66</i>
	<i>Stagionatura e disarmo, prevenzione delle fessure da ritiro plastico.....</i>	<i>67</i>
	<i>Disarmo e scasseratura</i>	<i>67</i>
	<i>Protezione dopo la scasseratura.....</i>	<i>67</i>
Art. 15:	Impermeabilizzazioni.....	68
	<i>Membrane prefabbricate a base bituminosa</i>	<i>68</i>
	<i>Impermeabilizzazione di strutture interrate.....</i>	<i>68</i>
	<i>Barriera antivapore.....</i>	<i>69</i>
	<i>Geotessile</i>	<i>69</i>
Art. 16:	Acciaio per C.A.....	69
	<i>Generalità.....</i>	<i>69</i>
	<i>Acciaio in barre ad aderenza migliorata – B450 - controllato in stabilimento</i>	<i>69</i>
	<i>Reti in barre di acciaio elettrosaldate</i>	<i>70</i>
	<i>Posa in opera</i>	<i>70</i>
Art. 17:	Acciaio per carpenteria.....	71
	<i>Generalità.....</i>	<i>71</i>
	<i>Collaudo tecnologico dei materiali.....</i>	<i>72</i>
	<i>Controlli in corso di lavorazione</i>	<i>72</i>
	<i>Montaggio</i>	<i>74</i>
Art. 18:	Zincatura a caldo degli acciai e verniciatura	75
	<i>Qualità degli acciai da zincare a caldo</i>	<i>75</i>
	<i>Zincatura a caldo per immersione</i>	<i>76</i>
	<i>Verniciatura di finitura.....</i>	<i>78</i>
Art. 19:	Tombini, ponticelli e tubazioni	78
	<i>Tombini e ponticelli ad elementi prefabbricati in c.a.</i>	<i>78</i>
	<i>Fognature prefabbricate in P.V.C. rinfiancate in calcestruzzo</i>	<i>78</i>
	<i>Fognature prefabbricate in cls con anello di tenuta idraulica in gomma</i>	<i>79</i>
Art. 20:	Pozzetti e caditoie	80
	<i>Caditoie stradali.....</i>	<i>80</i>
	<i>Pozzetti di ispezione della fognatura prefabbricati</i>	<i>81</i>

	<i>Pozzetti per impianto di illuminazione</i>	<i>82</i>
	<i>Pozzetti per reti tecnologiche</i>	<i>82</i>
	<i>Chiusini (griglie e caditoie) per pozzetti di ogni tipo.....</i>	<i>82</i>
Art. 21:	<u>Prove di tenuta idraulica delle fognature.....</u>	<u>82</u>
Art. 22:	<u>Elementi per la raccolta delle acque</u>	<u>84</u>
	<i>Elementi per canalette, cunette e fossi di guardia.....</i>	<i>84</i>
	<i>Embrici</i>	<i>84</i>
	<i>Cordonate, zanelle, plinti volta-testa</i>	<i>84</i>
Art. 23:	<u>Cavidotti</u>	<u>85</u>
	<i>Cavidotti per linee elettriche e telefoniche.....</i>	<i>85</i>
Art. 24:	<u>Opere in verde.....</u>	<u>86</u>
	<i>Generalità.....</i>	<i>86</i>
	<i>Caratteristiche dei vari materiali</i>	<i>86</i>
	<i>Esecuzione dei lavori</i>	<i>93</i>
Art. 25:	<u>Barriere di sicurezza.....</u>	<u>98</u>
Art. 26:	<u>Segnaletica verticale e orizzontale.....</u>	<u>98</u>
Art. 27:	<u>IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE.....</u>	<u>104</u>
	<i>Prescrizioni tecniche generali.....</i>	<i>104</i>
	<i>Prescrizioni riguardanti i circuiti - Cavi e conduttori.....</i>	<i>104</i>
	<i>Qualità e caratteristiche dei materiali.....</i>	<i>107</i>
NORME PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DEI LAVORI		111
	<i>Scavi in genere.....</i>	<i>111</i>
	<i>Rilevati e rinterri.</i>	<i>112</i>
	<i>Riempimento con misto granulare.....</i>	<i>112</i>
	<i>Murature in genere.....</i>	<i>112</i>
	<i>Calcestruzzi</i>	<i>113</i>
	<i>Conglomerato cementizio armato.....</i>	<i>113</i>

QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI

MODO DI ESECUZIONE DELLE PRINCIPALI CATEGORIE DI LAVORO A CORPO

ORDINE DA TENERSI NELL'ANDAMENTO DEI LAVORI

• **QUALITA' E PROVENIENZA DEI MATERIALI**

○ **Condizioni generali d'accettazione - prove di controllo**

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; in mancanza di particolari prescrizioni dovranno essere delle migliori qualità esistenti in commercio.

In ogni caso i materiali, prima della posa in opera, dovranno essere riconosciuti idonei ed accettati dalla Direzione Lavori, la quale dovrà attenersi alle direttive di carattere generale o particolare eventualmente impartite dai competenti Uffici dell'Amministrazione Comunale.

L'accettazione dei materiali non è comunque definitiva se non dopo che siano stati posti in opera.

Quando la Direzione Lavori abbia rifiutata una qualsiasi provvista come non atta all'impiego, l'Impresa dovrà sostituirla con altra che corrisponda alle caratteristiche volute; i materiali rifiutati dovranno essere allontanati immediatamente dal cantiere a cura e spese della stessa Impresa.

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

L'Impresa sarà obbligata a prestarsi in ogni tempo alle prove dei materiali impiegati o da impiegare, sottostando a tutte le spese per il prelievo, la formazione e l'invio di campioni agli Istituti in seguito specificati e indicati dall'Amministrazione Comunale e/o dalla Direzione Lavori, nonché per le corrispondenti prove ed esami.

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'Impresa 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 specificati nell'art. 59 del D.P.R. 380/2011; la Direzione Lavori potrà, a suo giudizio, autorizzare l'esecuzione delle prove presso altri laboratori di sua fiducia.

○ **Caratteristiche dei vari materiali**

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

In particolare, si fa esplicito riferimento al D.P.R. 21.04.1993, n. 246 di attuazione della Direttiva 89/106/CEE relativa ai prodotti da costruzione e 10.12.1997, n. 499 Regolamento recante norme di attuazione della Direttiva 93/68/CEE per la parte che modifica la Direttiva 89/106/CEE in materia di prodotti da costruzione.

Nell'ambito di tale direttiva, il CEN ha elaborato le seguenti norme:

- EN 12620 Aggregati per il calcestruzzo
- EN 13043 Aggregati per miscele bituminose
- EN 13055-1 Aggregati leggeri per calcestruzzi e malte
- EN 13055-2 Aggregati leggeri per miscele bituminose
- EN 13139 Aggregati per malta
- EN 13242 Aggregati per materiali non legati e legati con leganti idraulici per l'impiego in opere di ingegneria civile
- EN 13383 Aggregati per opere di protezione

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

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

La scelta di un tipo di materiale nei confronti di un altro, o tra diversi tipi dello stesso materiale, sarà fatta di volta in volta, in base al giudizio della Direzione Lavori, la quale, per i materiali da acquistare, si assicurerà che provengano da produttori di provata capacità e serietà.

Tutte le caratteristiche dei materiali strutturali dovranno riferirsi costantemente ai contenuti del D.M. del 14.01.2008 (c.d. NTC) ed alle norme che vengono richiamate dallo stesso D.M. tra cui in particolare le UNI EN in vigore.

• NORME PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI

○ Osservanza leggi e regolamenti

Norme sulla progettazione stradale:

- ☐ CNR n. 31 del 28/03/1973
Norme sulle caratteristiche funzionali e geometriche delle intersezioni stradali
- ☐ CNR BU n° 77/1980
Istruzioni per la redazione dei progetti di strade
- ☐ CNR BU n° 78/1980
Norme sulle caratteristiche geometriche delle strade extraurbane
- ☐ CNR BU n° 91/1983
Istruzioni per la determinazione della redditività degli investimenti
- ☐ CNR BU n° 125/1988
Istruzioni sulla pianificazione della manutenzione stradale
- ☐ D.L. n° 285 del 30/04/1992
Nuovo codice della strada-Aggiornamento 29/7/2010 n.120 (Disposizioni in materia di sicurezza stradale)
- ☐ D.P.R. n°495 del 16/12/1992
Parere di enti gestori di altre opere interferite dalle strade (ferrovie, altre strade, elettrodotti).
- ☐ Legge n°59/1997, D.Lgs n°112/1998, Legge 142/1990, D.P.R.616/1977
Individuazione competenze.
- ☐ D.M. Infrastrutture e Trasporti 05/11/2001
Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade
- ☐ Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (2004) Decreto 22 aprile 2004, n°67/S Modifica del decreto 5 novembre 2001, n°6792, recante "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", pubblicato sulla G.U. del 25 giugno 2004
- ☐ Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti – Ispettorato generale per la circolazione e la sicurezza stradale. Studio a carattere pre-normativo – Rapporto di Sintesi: "NORME SULLE CARATTERISTICHE FUNZIONALI E GEOMETRICHE DELLE INTERSEZIONI STRADALI".
- ☐ Documento approvato dalla Commissione di studio per le norme relative ai materiali stradali e progettazione, costruzione e manutenzione strade del CNR (settembre2001).
- ☐ Regione Lombardia – Infrastrutture e Mobilità. (2004) Linee Guida per la progettazione delle zone di intersezione.
- ☐ Comune di Prato – U.O. W2C - Servizio W2 - Disciplinare per le opere di urbanizzazione primaria in diretta esecuzione (09/01/2006)
- ☐ Norme per gli interventi di adeguamento delle strade esistenti: Bozza del 21/03/2006 a carattere pre-normativo

- ❑ D.M. Infrastrutture e Trasporti 19/04/2006
Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali

Norme su Terreni e Fondazioni:

- ❑ Eurocodice 7 aprile 1997 (UNI ENV 1997-1)
Progettazione geotecnica".
- ❑ Legge n° 464 del 4 agosto 1984
Norme per agevolare l'acquisizione da parte del servizio geologico della Direzione Generale delle miniere del Ministero dell'industria, del commercio e dell'artigianato, di elementi di conoscenza relativi alla struttura geologica e geofisica del sottosuolo nazionale.
- ❑ D.M. LL.PP. 11 marzo 1988
Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.
- ❑ Circolare LL.PP. 24 settembre 1988 n° 30483
- ❑ L. 2/2/1974 n° 64 - art. 1. Istruzioni per l'applicazione del D.M. 11/3/1988.
- ❑ Parere Ministero LL.PP. 13 aprile 1989 n° 183
- ❑ Competenze professionali D.M. 11/3/1988.
- ❑ D.M. 14/09/2005
Norme tecniche per le costruzioni.
- ❑ D.M. 14/01/2008
Norme tecniche per le costruzioni.
- ❑ Circolare 2 febbraio 2009, n. 617
Istruzioni per l'applicazione delle Norme tecniche per le costruzioni.

Norme sulle Barriere di Sicurezza:

- ❑ Circolare LL.PP. n° 2337 del 11/07/1987
- ❑ D.M. LL.PP. n° 223 del 18/02/1992
- ❑ Circolare LL.PP. n° 2595 del 09/06/1995
- ❑ Circolare LL.PP. n° 2357 del 16/05/1996
- ❑ Circolare Anas n° 749/1996 del 26/07/1996
- ❑ Circolare Ministero dei lavori Pubblici n° 4622 D.M. LL.PP. 15/10/1996
"Aggiornamento del decreto Ministeriale 18 febbraio 1992 n° 223, recante istruzioni per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza".
- ❑ Circolare Ente Nazionale per le strade Prot. n°. 17600 del 05/12/1997
- ❑ Circolare Ente Nazionale per le strade Prot. n°. 6477 del 27/05/1998
- ❑ D.M. LL.PP. 3 giugno 1998
"Istruzioni tecniche sulla progettazione, omologazione ed impiego delle barriere di sicurezza stradale"

- ❑ D.M. LL.PP. del 11/06/1999
Integrazioni e modificazioni al decreto Ministeriale 3 giugno 1998, recante “Aggiornamento delle istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza”
- ❑ Circolare LL.PP. 6 aprile 2000
- ❑ D.M. del 21 giugno 2004
“Aggiornamento delle istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza e le prescrizioni tecniche per le prove delle barriere di sicurezza stradale”
- ❑ Circolare Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti 21 luglio 2010
- ❑ Direttiva 89/106/CEE
- ❑ D.M. Infrastrutture e Trasporti 28/06/2011

Norme sulle Strutture:

- ❑ Legge n° 1086 del 5 novembre 1971
Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio, normale e precompresso ed a struttura metallica.
- ❑ Circ. Min. LL.PP. 14 febbraio 1974, n. 11951 “L. 5 novembre 1971, n. 1086
Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica. Istruzioni per l'applicazione.
- ❑ Circolare LL.PP. 31 luglio 1979 n° 19581
Legge 5/11/1971 n° 1086 art. 7 - Collaudo statico.
- ❑ Circolare LL.PP. 23 ottobre 1979 n° 19777
Competenza amministrativa Legge 5/11/1971 n° 1086, Legge 2/2/1974 n° 64.
- ❑ Circolare LL.PP. 9 gennaio 1980 n° 20049
Legge 5/11/1971 n° 1086. Istruzioni relative ai controlli sul conglomerato cementizio adoperato per le strutture in cemento armato.
- ❑ Circolare LL.PP. 31 ottobre 1986 n° 27996
Istruzioni relative alle norme tecniche per l'esecuzione delle opere in c.a. normale e precompresso e per le strutture metalliche, di cui al D.M. 27/07/1985.
- ❑ Circolare LL.PP. 1 settembre 1987 n° 29010
Legge 5/11/1971 n° 1086. D.M. 27/05/1985 controllo dei materiali in genere e degli acciai per cemento armato normale in particolare.
- ❑ D.M. LL.PP. 14 febbraio 1992
Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche.
- ❑ Circ. Min. LL.PP. 24 giugno 1993 n°37406 AA.GG./STC.
Istruzioni per l'applicazione delle “Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche” di cui al decreto ministeriale 14 febbraio 1992.

- ❑ D.M.LL.PP. 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.
- ❑ Circ. Min.LL.PP. 4 luglio 1996 n°156 AA.GG./STC.
Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi" di cui al decreto ministeriale 16 gennaio 1996.
- ❑ Circ. Min.LL.PP. 15 ottobre 1996 n°252 AA.GG./STC.
Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche" di cui al decreto ministeriale 9 gennaio 1996.
- ❑ C.N.R. 10011/97
Costruzioni in acciaio. Istruzioni per il calcolo, l'esecuzione, il collaudo e la manutenzione.
- ❑ C.N.R. 10016/85 - Travi composte di acciaio e calcestruzzo. Istruzioni per l'impiego nelle costruzioni.
- ❑ C.N.R. 10016/2000 - Strutture composte di acciaio e calcestruzzo. Istruzioni per l'impiego nelle costruzioni.
- ❑ Eurocodice 7 aprile 1997 (UNI ENV 1992-1-1:1993)
Progettazione delle strutture di calcestruzzo – parte1-1: regole generali e regole per gli edifici.
- ❑ Norma Italiana UNI EN 1794-1
Dispositivi per la riduzione del rumore da traffico stradale prestazioni non acustiche.
- ❑ D.M. 14/09/2005
Norme tecniche per le costruzioni.
- ❑ D.M. 14/01/2008
Norme tecniche per le costruzioni.
- ❑ Circolare 2 febbraio 2009, n. 617
Istruzioni per l'applicazione delle Norme tecniche per le costruzioni.

Norme per l'esecuzione dei lavori

Per quanto attiene gli altri aspetti dell'esecuzione dei lavori (accettazione, controlli di qualità, esecuzione e collaudo delle opere; quindi con la sola esclusione della progettazione, per la quale vale quanto riportato al punto precedente), l' Impresa dovrà eseguire le opere in ottemperanza alle leggi, ai regolamenti vigenti ed alle prescrizioni degli enti competenti in materia di Lavori Pubblici, con particolare riferimento alla normativa sotto elencata:

- ❑ DPR 06/06/2008 n. 380 - "Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia".
- ❑ D.M. 14/01 /2008 – " Nome tecniche per le costruzioni".

L'Impresa dovrà inoltre sottostare agli ordini che verranno impartiti dalla Direzione Lavori, sulla base delle direttive che i competenti uffici della Società, in accordo con i Progettisti, riterranno di emettere.

Pertanto, ferma restando ogni altra responsabilità dell'Impresa a termini di legge, essa rimane unica e completa responsabile della esecuzione delle opere.

○ Attività preliminari

Verifica del rilievo-planoaltimetrico e stato di consistenza delle interferenze con pubblici servizi

L'impresa dovrà provvedere, a sua cura e spese e prima dell'inizio dei lavori, alla verifica del rilievo plano-altimetrico da effettuare sulla base delle monografie dei capisaldi riportati sulla tavola dello stato di fatto, e provvedere a sua cura e spese agli eventuali correttivi del progetto nel caso emergessero discordanze significative.

Dovrà inoltre provvedere, in accordo con gli Enti interferiti, all'esatta individuazione plano-altimetrica delle diverse interferenze, e alla verifica che le deviazioni delle stesse siano compatibili con gli elaborati progettuali. Nel caso emergessero discordanze l'impresa dovrà provvedere a propria cura e spesa alle eventuali modifiche, che dovranno essere concordate direttamente con gli Enti interferiti.

Bonifica da ordigni bellici

Nell'esecuzione dell'opera, in via indicativa e non esaustiva l'Appaltatore dovrà effettuare - prima dell'inizio dei lavori e a mezzo di Ditta specializzata e all'uopo autorizzata dalle competenti autorità - la bonifica, sia superficiale che profonda, dell'intera zona sulla quale si svolgono i Lavori a lui affidati, sino ai confini dei terreni espropriati, per rintracciare e rimuovere ordigni ed esplosivi di qualsiasi specie, in modo che sia assicurata l'incolumità di tutte le persone addette ai lavori, alla loro sorveglianza, alla loro direzione.

A tale fine, l'Appaltatore è tenuto ad osservare tutte le disposizioni che verranno impartite dal Genio Militare competente in ordine all'entità e alle modalità della bonifica.

L'Appaltatore ha l'obbligo di presentare preventivamente all'avvio dei Lavori la certificazione del Genio Militare dell'avvenuta bonifica da ordigni bellici.

L'Appaltatore sarà responsabile di qualsiasi incidente che potesse verificarsi per incompleta o poco diligente bonifica, manlevando il Comune di Camaione da qualunque richiesta o pretesa risarcitoria che fosse avanzata nei suoi confronti da soggetti terzi per fatto connesso alla predetta bonifica.

Tutte le attività connesse alla bonifica degli ordigni sopra indicata e il rispetto delle prescrizioni imposte dalle autorità competenti non dà luogo in nessun caso a maggiori compensi o indennizzi rispetto al Corrispettivo contrattualmente pattuito e non giustifica eventuali proroghe rispetto al Termine di Ultimazioni dei Lavori.

Attività archeologica

Nell'esecuzione dell'opera, in via indicativa e non esaustiva l'Appaltatore dovrà fornire l'eventuale assistenza necessaria all'archeologo designato per la verifica degli scavi, nel caso in cui se ne ravvisasse la necessità. Gli scavi saranno eseguiti con escavatore dotato di benna liscia ed avverranno mediante livelli successivi al fine di poter documentare la stratigrafia esistente.

Sondaggi e tracciati

Subito dopo la consegna dei lavori e prima di dare inizio alle opere, l'Impresa dovrà provvedere, a sua cura e spese, d'intesa con la Direzione Lavori, alla esecuzione di saggi, sondaggi e prove di laboratorio per una completa verifica della natura e delle caratteristiche del sottosuolo oltre che per l'individuazione delle interferenze.

Prima di porre mano ai lavori di sterro e riporto, l'Impresa dovrà provvedere, a sua cura e spese, d'intesa con la Direzione Lavori, alla esecuzione della picchettazione completa del lavoro, provvedendo al rilievo di dettaglio dell'area di cantiere, in modo che risultino indicati i limiti degli scavi e dei riporti in base alla larghezza del piano stradale, alla inclinazione delle scarpate, alla formazione delle cunette ecc.. A suo tempo dovrà pure installare, nei tratti che indicherà la Direzione Lavori, le modine o garbe necessarie a determinare con precisione l'andamento del tracciato, curandone poi la conservazione e rimettendo quelle manomesse durante la esecuzione dei lavori.

Qualora ai lavori in terra siano connesse opere murarie, l'Impresa dovrà procedere al tracciamento di esse, con l'obbligo della conservazione dei picchetti, ed eventualmente delle modine, come per i lavori in terra.

L'Impresa dovrà fornire alla D.L. copia dei dati di tracciamento e delle monografie dei capisaldi utilizzate, nel caso esse risultassero diverse da quelle del progetto.

○ **Scavi e demolizioni**

• Norme generali

Il presente articolo contiene le prescrizioni esecutive di carattere generale valide per tutti i tipi di scavi. In particolare si riportano le indicazioni progettuali e prescrizioni esecutive differenziate per le seguenti operazioni :

- Scavi di sbancamento
- Scavi a sezione obbligata

Verranno di seguito utilizzati i seguenti termini:

- Scavi di sbancamento (o sterri andanti)
- Scavi eseguiti a sezione aperta.

In generale saranno da considerare scavi di sbancamento quelli riguardanti la formazione del piano di appoggio del rilevato stradale.

- Scavi a sezione obbligata: scavi ricadenti al di sotto dei piani risultanti dagli scavi di sbancamento suddetti, ove necessari, incassati e a sezione ristretta

In generale saranno da considerare scavi a sezione obbligata quelli eseguiti per la realizzazione di :

- Fondazioni continue;
- Plinti di fondazione;
- Strutture in c.a. (prefabbricate e/o in opera) quali muri di sostegno e cordoli in c.a.;
- Fognature, condutture, fossi, etc. .

- Operazioni iniziali

Prima di dare inizio a lavorazioni che interessino, in qualunque modo, movimenti di materie, l'Appaltatore deve verificare, a sua cura e onere, la rispondenza dei piani quotati, dei profili e delle sezioni allegati al contratto con i capisaldi piano altimetrici.

Nel caso in cui l'Appaltatore avvii le operazioni di scavo in assenza, parziale o totale, di rilievi di progetto, lo farà a suo rischio.

- **Capisaldi del terreno**

La consegna dei capisaldi esistenti verrà annotata nel verbale di consegna o in apposito successivo verbale.

Qualora i capisaldi non dovessero esistere in sito, sarà cura e onere dell'Appaltatore predisporli e mantenerli sino a ultimazione dei lavori, secondo le disposizioni impartite dalla Direzione Lavori.

- **Picchettazione**

L'Appaltatore è tenuto a effettuare tutte le picchettazioni necessarie a individuare con certezza i siti nei quali eseguire successivamente gli scavi, anche al fine di identificare le manovre delle macchine operatrici e/o la posizione degli eventuali depositi provvisori delle materie provenienti dagli scavi suddetti.

- Generalità

In occasione degli scavi, necessari all'esecuzione delle opere come previste dal progetto, l'Appaltatore è tenuto a :

- preavvisare, per tempo e con le modalità indicate dal Direttore dei Lavori, la Soprintendenza Beni Culturali e Archeologici, secondo quanto contemplato dalla nota del n. 0011048 del 11/7/2014;
- contattare gli Enti proprietari delle utenze per concordarne lo spostamento e/o la rimozione;
- asportare la coltre di terreno vegetale ricadente nelle aree di intervento, per gli spessori previsti dal progetto;

- procedere alla estirpazione/rimozione e al successivo trasporto e smaltimento alle discariche autorizzate, di piante, cespugli, arbusti relative ceppaie e radici, presenti nelle aree oggetto d'intervento, al momento della consegna dei lavori;
- predisporre le cunette e/o i fossi necessari allo smaltimento delle acque superficiali per evitare che queste ultime si riversino nei cavi già realizzati;
- procedere in modo da impedire scoscendimenti o franamenti, provvedendo ai puntellamenti e/o sbadacchiature necessari, restando unico responsabile di eventuali danni a persone e/o opere, oltre che obbligato alla rimozione delle materie franate e al ripristino delle situazioni antecedenti;
- adottare tutti i provvedimenti atti a impedire la contaminazione d'apporto dei terreni, ponendo in opera, a esempio, teli geosintetici;
- impiegare, nelle operazioni di scavo e/o reinterro macchine operatrici che rispettino i limiti di rumorosità stabiliti dalla normativa vigente.

Gli scavi e i rinterri necessari alla esecuzione delle opere previste in progetto saranno eseguiti secondo i disegni allegati al contratto e/o secondo le disposizioni impartite dalla Direzione Lavori e/o dalla Committente in sede esecutiva.

Le sezioni degli scavi dovranno essere rese dall'Appaltatore secondo i piani previsti, con scarpate regolari e spianate.

• Deposito temporaneo del materiale di risulta

I termini del deposito temporaneo variano a seconda se il materiale estratto dalle operazioni di scavo sia un "Rifiuto", oppure un "Non Rifiuto" e più esattamente:

nel caso di un "Rifiuto" si deve:

- delimitare un'area, posta preferibilmente nelle immediate vicinanze del sito coinvolto, oppure in zone concordate con le competenti Autorità, che sia sufficientemente ampia da poter contenere il quantitativo dei rifiuti che si prevede di produrre; tale superficie dipenderà direttamente anche dai tempi che si reputano necessari per il trasporto dei rifiuti stessi presso lo smaltimento finale;
- chiedere una autorizzazione preventiva per il deposito temporaneo dei rifiuti agli Organi predisposti al controllo;
- stoccare in modo controllato nell'area dedicata ed autorizzata i rifiuti man mano che essi vengono prodotti, in attesa che gli stessi vengano inviati allo smaltimento finale, secondo le modalità contenute nel presente articolo.

Tale area deve essere diversa e separata fisicamente da quella eventualmente dedicata al deposito temporaneo dei materiali destinati a riutilizzo diretto.

Le acque superficiali non dovranno interessare l'area e quindi dovranno essere idoneamente drenate.

nel caso di un "Non Rifiuto" si deve:

- delimitare un'area, posta preferibilmente nelle immediate vicinanze del sito coinvolto, che sia sufficientemente ampia da poter contenere il quantitativo dei materiali estratti e destinati al riutilizzo, tenendo conto delle tempistiche della produzione previsionale dello stesso;
- informare (facoltativamente) gli Organismi di controllo di tale evento, attraverso comunicazione corredata dalle risultanze dell'indagine analitica effettuata e comprovante che il materiale stoccato non è, di fatto, un "Rifiuto".

Tale area deve essere diversa e separata fisicamente da quella eventualmente dedicata al deposito temporaneo dei rifiuti prodotti e destinati a smaltimento finale.

- **Proprietà degli oggetti rinvenuti**

Il Committente, salvi i diritti che spettano allo Stato a termini di legge, si riserva la proprietà degli oggetti di valore e di quelli che interessano la scienza, la storia, l'arte o l'archeologia che si rinverranno nel corso degli scavi.

Dell'eventuale ritrovamento dovrà essere dato immediatamente avviso alla Direzione Lavori per le opportune disposizioni.

L'Appaltatore non potrà in ogni caso, senza ordine scritto, rimuovere o alterare l'oggetto del ritrovamento, sospendendo i lavori stessi nel luogo interessato e transennando l'area medesima.

Ove necessario, tale sospensione potrà essere formalizzata dalla Direzione Lavori, rientrando tra le cause di forza maggiore previste dal vigente Capitolato Generale LL.PP.

Il Committente si riserva anche la proprietà delle materie di risulta provenienti dagli scavi (terreno vegetale) e/o dalla demolizione di trovanti presenti nei medesimi, quando (a suo insindacabile giudizio) queste siano ritenute idonee a un reimpiego all'interno del medesimo intervento e/o per altre realizzazioni

- Scavi di sbancamento

Oltre alle specifiche già contenute nel paragrafo precedente, devono essere rispettate le seguenti prescrizioni particolari.

- **Scoticamento**

L'asportazione della terra vegetale deve avvenire subito prima dell'esecuzione dei movimenti di terra nel tratto interessato, per evitare l'esposizione alle acque piovane dei terreni denudati. Le terre ad alto contenuto organico in eccesso rispetto alle esigenze di ricopertura o contaminate, debbono essere portate immediatamente a rifiuto, onde scongiurare ogni rischio di inquinamento.

- **Formazione del piano di posa**

I piani di posa avranno l'estensione dell'intera area di appoggio delle strutture di fondazione del rilevato, maggiorata delle "distanze operative" stabilite nel presente documento.

- Scavi a sezione obbligata

Oltre alle specifiche di carattere generale di cui sopra, devono essere rispettate le seguenti prescrizioni particolari.

Il perimetro dell'opera, effettuato al di sotto del piano orizzontale passante per il punto più depresso del terreno lungo il perimetro medesimo, sarà determinato, a giudizio della Direzione Lavori, o per l'intera area di fondazione o per più parti in cui questa può essere suddivisa, a seconda sia dell'accidentalità del terreno, sia delle quote dei piani finiti di fondazione.

Nel caso di realizzazione di fondazioni, il relativo scavo sarà, a giudizio insindacabile della Direzione Lavori, spinto alle necessarie profondità, fino al rinvenimento del terreno della capacità portante prevista in progetto.

- Demolizione di murature

Le demolizioni 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 o clipper;
- attrezzature di taglio ad utensili diamantati;
- 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 prevedere, 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.

- Idrodemolizioni

L'idrodemolizione di strati di conglomerato cementizio su strutture dovrà essere effettuata con l'impiego di idonee attrezzature atte ad assicurare getti d'acqua a pressione modulabile fino a 1500 bar, con portate fino a 300 l/min, regolabili per quanto attiene la velocità operativa.

Gli interventi dovranno risultare selettivi ed asportare gli strati di conglomerato degradati senza intaccare quelli aventi resistenza uguale o superiore alla minima indicata in progetto.

L'Impresa dovrà provvedere all'approvvigionamento dell'acqua occorrente per la demolizione del materiale e la pulizia della superficie risultante.

Le attrezzature impiegate dovranno essere sottoposte alla preventiva approvazione della Direzione Lavori; dovranno essere dotate di sistemi automatici di comando e controllo a distanza, nonché di idonei sistemi di sicurezza contro la proiezione del materiale demolito, dovendo operare anche in presenza di traffico.

Dovranno rispondere inoltre alle vigenti norme di Legge in materia antinfortunistica, alle quali l'Impresa dovrà uniformarsi in sede operativa.

- Demolizione di pavimentazione totale o parziale di strati in conglomerato bituminoso realizzato con frese

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.

La superficie del cavo (nel caso di demolizioni parziali del pacchetto) deve risultare perfettamente regolare in tutti i punti, priva di residui di strati non completamente fresati che possono compromettere l'aderenza dei nuovi tappeti da porre in opera.

L'Impresa si deve scrupolosamente attenere agli spessori di demolizione definiti dal progetto. Qualora questi dovessero risultare inadeguati a contingenti situazioni in essere e comunque diversi per difetto o per eccesso rispetto all'ordinativo di lavoro, l'Impresa è tenuta a darne immediata comunicazione al Direttore dei Lavori o ad un suo incaricato che potranno autorizzare la modifica delle quote di scarifica.

Il rilievo dei nuovi spessori 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.

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

- Rimozioni

Per rimozione si intende:

- lo smontaggio di recinzione costituita da rete metallica e relativi montanti;
- lo smontaggio di sicurvia di qualunque tipo, con montanti infissi in terra, in pavimentazione o in conglomerato cementizio;
- lo smontaggio di pali di illuminazione, pannelli di segnalazione, segnaletica verticale esistenti.

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, ovvero gli oneri per il conferimento degli stessi in discariche autorizzate.

○ **Preparazione del piano di posa dei rilevati e della pavimentazione in trincea**

- Scotico, bonifica e gradonature

Per la preparazione del piano di posa dei rilevati l'Impresa dovrà provvedere innanzitutto al taglio delle piante e alla estirpazione delle ceppaie, radici, arbusti ecc. e al loro sistematico ed immediato allontanamento a discarica.

Sarà di seguito eseguita la totale asportazione del terreno vegetale sottostante l'impronta del rilevato per la profondità stabilita in progetto in accordo con le risultanze delle indagini e secondo le direttive impartite dal Direttore dei Lavori.

L'Impresa provvederà a far sì che il piano di posa dei rilevati sia il più possibile regolare, privo di bruschi avvallamenti e tale da evitare il ristagno di acque piovane.

Il piano di posa dei rilevati dovrà essere approvato previa ispezione e controllo da parte della Direzione Lavori, in quella sede la Direzione Lavori potrà richiedere ulteriori scavi di sbancamento per bonificare eventuali strati di materiali coesivi, teneri o torbosi, in accordo con il Progettista, o per l'asportazione dei materiali rimaneggiati o rammolliti per negligenza da parte dell'Impresa.

Laddove una maggiorazione di scavo sarà da imputarsi ad errori topografici, alla necessità di asportare quei materiali rimaneggiati o rammolliti per negligenza dell'Impresa o a bonifiche non preventivamente autorizzate dalla Direzione Lavori, l'Impresa eseguirà detti scavi e il relativo riempimento con idonei materiali, a sua cura e spese.

Il materiale proveniente dallo scavo di preparazione del piano di posa dei rilevati e dallo scavo di sbancamento per bonifica potrà essere reimpiegato per la realizzazione delle opere, se ritenuto idoneo dalla Direzione Lavori.

Il quantitativo da reimpiegarsi nella sistemazione a verde delle scarpate e delle aiuole sarà accantonato in località e con modalità precedentemente autorizzate dalla Direzione Lavori; l'accumulo di detti materiali dovrà comunque consentire il regolare deflusso delle acque e dovrà risultare tale che non si abbiano a verificare condizioni pregiudizievoli per la salute e l'incolumità pubblica.

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 provvedere all'esecuzione di una gradonatura con banche in leggera contropendenza (tra 1% e 2%) e alzate verticali contenute in altezza.

Quando siano prevedibili cedimenti dei piani di posa dei rilevati eccedenti i 15 cm, l'Impresa sottoporrà alla Direzione Lavori un programma per l'installazione di piastre assestometriche, caposaldi per rilievi topografici ed eventuali altri strumenti di misura. La posa in opera della strumentazione e dei caposaldi e la rilevazione degli eventuali cedimenti saranno eseguite a cura e spese dell'Impresa in accordo con la Direzione Lavori.

La costruzione del rilevato deve essere programmata in maniera tale che il cedimento residuo ancora da scontare, al termine della sua costruzione, risulti inferiore al 10% del cedimento totale stimato e comunque minore di 5 cm.

La fornitura dei volumi di rilevato comprende anche le quantità necessarie al raggiungimento della quota di progetto ad avvenuto esaurimento dei cedimenti, calcolate sulla base dei risultati dello studio geotecnico di progetto. Sarà onere dell'Appaltatore provvedere a reintegrare gli ulteriori volumi di rilevato necessari al raggiungimento della quota di progetto.

- Caratteristiche del piano di posa del rilevato e della pavimentazione stradale in trincea

Salvo diverse e più restrittive prescrizioni, motivate in sede di progettazione dalla necessità di garantire la stabilità del rilevato, il modulo di deformazione (o altrimenti detto di compressibilità) M_d , determinato sul piano di posa (naturale o bonificato), secondo la norma CNR 146/92, al primo ciclo di carico (diametro della piastra 30 cm.) deve risultare non inferiore a:

- 50 MPa: nell'intervallo compreso tra 1,5 e 2,5 daN/cm², sul piano di posa della fondazione della pavimentazione stradale sia in rilevato che in trincea;
- 20 MPa: nell'intervallo compreso tra 0,5 e 1,5 daN/cm², sul piano di posa del rilevato quando posto a 1,00 m da quello della fondazione della pavimentazione stradale,
- 15 MPa: nell'intervallo compreso tra 0,5 e 1,5 daN/cm², sul piano di posa del rilevato quando posto a 2,00 m 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 2,00 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 portanza del piano di posa del rilevato devono essere accertate in condizioni di umidità rappresentative delle situazioni climatiche e idrogeologiche più sfavorevoli, di lungo termine, con la frequenza stabilita dalla Direzione Lavori in relazione all'importanza dell'opera, all'omogeneità del terreno di posa e, comunque, in misura non inferiore ad una prova ogni 5000 m². Per i materiali a comportamento "instabile" (collassabili, espansivi, gelivi, etc.) la determinazione del modulo di deformazione viene effettuata in condizioni sature.

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

Le caratteristiche di deformabilità dovranno essere accertate in modo rigoroso e dovranno ritenersi rappresentative, anche a lungo termine, nelle condizioni climatiche e idrogeologiche più sfavorevoli; si fa esplicito riferimento a quei materiali a comportamento "instabile" 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 scavo mediante rullatura eseguita con mezzi consoni alla natura dei terreni in posto.

Laddove le peculiari caratteristiche dei terreni in posto (materiali coesivi o semicoesivi, saturi o parzialmente saturi) rendessero inefficace la rullatura si procederà, previa specifica autorizzazione della Direzione Lavori, ad un intervento di bonifica con impiego di materiali idonei adeguatamente compattati.

A rullatura eseguita la densità in sito dovrà risultare come segue:

- almeno pari al 90% della densità massima UNI EN 13286-2:2005, sul piano di posa dei rilevati;
- almeno pari al 95% della densità massima UNI EN 13286-2:2005, sul piano di posa della fondazione della pavimentazione autostradale in trincea.

• Prove di controllo sul piano di posa

Il numero minimo delle prove di controllo da eseguire sul piano di posa dei rilevati o della fondazione delle pavimentazioni sia in trincea che in rilevato è messo in relazione alla differenza di quota (S) fra i piani di posa del rilevato e della fondazione della pavimentazione.

	S = 0÷1m	S = 1÷2 m	S > 2m
prove di carico su piastra - una ogni	1500 m ²	2000 m ²	3000 m ²
prove di densità in sito - una ogni	1500 m ²	2000 m ²	2000 m ²

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 etc.).

Il controllo dello strato anticapillare sarà effettuato mediante analisi granulometriche da eseguirsi in ragione di almeno 10 ogni 1000 m³.

Le prove di controllo sono a carico della Società.

○ Terra stabilizzata a calce

La presente specifica riguarda il trattamento di terre naturali con calce finalizzato al miglioramento e/o alla stabilizzazione della terra stessa; definisce le caratteristiche dei componenti e della miscela, le metodologie di posa in opera, i requisiti del prodotto finale, le modalità e le frequenze dei controlli. E' riferibile sia alla stabilizzazione con calce o con cemento dei piani di posa dei rilevati che alla stabilizzazione di livelli interni ai corpi dei rilevati

- Generalità

La terra trattata a calce è una miscela composta da terra, calce viva o idrata ed acqua, in quantità tali da modificare le caratteristiche fisico-chimiche e meccaniche della terra, onde ottenere una miscela idonea per la formazione di strati che, dopo il costipamento, risultino di adeguata resistenza meccanica nonché stabili all'azione dell'acqua e del gelo.

Nella presente specifica si applicano le seguenti definizioni:

Miglioramento del terreno con calce: l'aggiunta di calce ad una terra comporta il miglioramento immediato delle caratteristiche geotecniche della terra stessa, quali la riduzione del contenuto d'acqua, l'incremento della capacità portante e la riduzione della plasticità.

Stabilizzazione del terreno con calce: si intende per stabilizzazione di una terra, una miscela di terra e calce tale da avere 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.

La presente specifica tecnica è applicabile al trattamento dei terreni limosi e/o argillosi a mezzo di calce.

- Caratteristiche dei materiali

- **Terre**

Il trattamento a mezzo di calce è previsto per i terreni limosi e/o argillosi, altrimenti non utilizzabili, che dovranno avere le seguenti caratteristiche:

- Granulometria (rif.4) (vedi fuso granulometrico riportato nella norma B.U. n.36)
- Indice di plasticità (rif. 16) > 10
- Sostanze organiche (rif. 10)-(rif.26) $< 2\%$ ⁽¹⁾⁽²⁾

¹ Questo valore può essere superato fino al valore del 4% nel caso di impiego del trattamento per il piano di posa del rilevato, purchè sia dimostrato il raggiungimento dei requisiti di resistenza, deformabilità e durabilità richiesti

- Solfati totali (solfati e solfuri) (rif. 8) < 0.25% ⁽³⁾
- Nitrati (rif. 24) < 0.1%
- Contenuto d'acqua Wn (rif. 2) ≤ 1.3 Wopt (standard)⁽⁴⁾

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. 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.

Possono essere stabilizzate a calce anche terre dei gruppi A2-6 e A2-7 qualora presentino una frazione di passante al setaccio 0,4 UNI non inferiore al 35% e la cui granulometria rientri nel fuso del B.U. n.36 (rif.4).

• Calce

I tipi di calce da impiegare sono:

- a) calce aerea idrata in polvere sfusa;
- b) 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 nella norma UNI EN 459-1 ed inoltre dovranno avere le seguenti caratteristiche:

- Caratteristiche Chimiche (rif. 23)

Requisito	Calce Viva	Calce Idrata
CO ₂	≤ 5%	_____
Titolo in ossidi liberi		

² 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.

³ 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.

⁴ L'umidità Wn è quella del terreno naturale da trattare; Wopt (standard) è da intendersi quella ottimale ottenuta dalla prova di compattazione Proctor Standard della miscela terra-calce

(CaO+MgO) ⁽⁵⁾	≥ 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%
Acqua legata chimicamente	≤ 2%	
Reattività all'acqua	> 60° entro 25'	

• **Caratteristiche granulometriche**

	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%

• **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).

• **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.

⁵ La determinazione del titolo in ossidi liberi espresso come CaO dovrà essere effettuata secondo la formula $(100 - I - 2.27 \cdot X) - X$ dove:
I = percentuale di impurezze (SiO₂ + Al₂O₃ + Fe₂O₃ + SO₃);
X è la percentuale di acqua legata chimicamente

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 m² 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 m³.

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 m³.

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.

Prima di dare inizio alle lavorazioni, l'Impresa 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) la scelta della miscela da utilizzare.

• **Identificazione del terreno**

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 (Wopt) (rif. 7).
- Indice CBR (rif. 3)
- Indice CBR immediato (IPI) (rif. 11).

- **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. □.

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 rif. 25) 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:

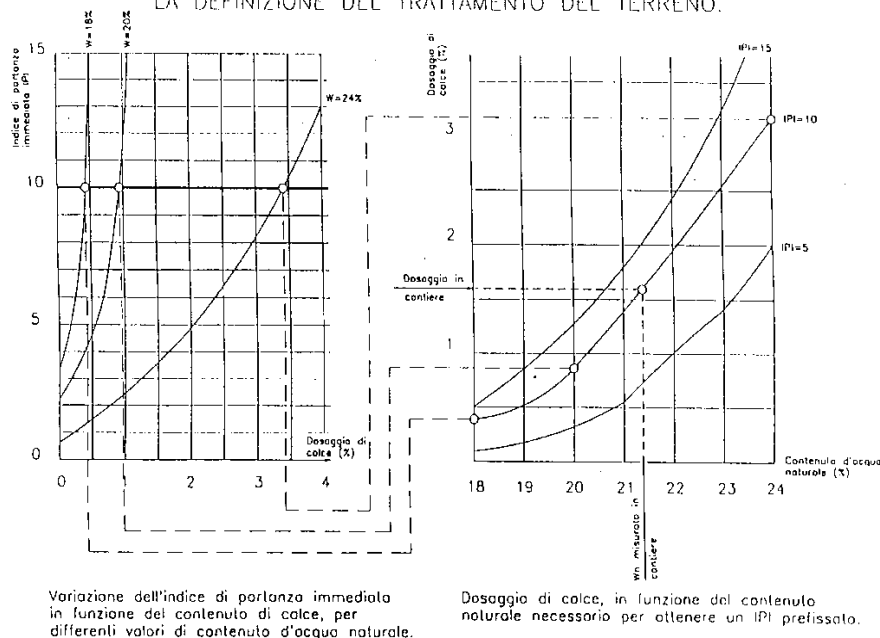
- 1) Analisi granulometrica continua
- 2) Indice di plasticità e di consistenza
- 3) Indice CBR imbibito (a 7 e 28 giorni)
- 4) Indice IPI. Si ricercherà la minima percentuale di calce che consenta di ottenere un IPI > 10
- 5) Prova Proctor Standard
- 6) Prova di compressione semplice (a 1, 7 e 28 giorni) (rif. 18)

- 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 CD 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} , $W_{opt}-2\%$, $W_{opt}+2\%$.

- **Scelta della miscela da utilizzare**

La miscela ottimale scaturirà dai risultati delle analisi effettuate in laboratorio.

Fig.1 ESEMPIO DI PRESENTAZIONE DEI RISULTATI DI UNO STUDIO PER LA DEFINIZIONE DEL TRATTAMENTO DEL TERRENO.



- **Modalità di esecuzione 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 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.

- **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.

Il tempo di stoccaggio in cantiere non dovrà superare i 5 giorni.

- **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.

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.

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.

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 nei paragrafi precedenti. 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.

Spandimento della calce

Il quantitativo di calce da utilizzare non dovrà essere inferiore a quello approvato.

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 dovrà interessare una superficie non superiore a quella che potrà essere utilizzata nella stessa giornata lavorativa.

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.

Miscelazione della calce con il terreno

La miscelazione calce-terreno dovrà essere realizzata con una o più passate di frese tipo 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).

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 10 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.

Compattazione e rifinitura

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.

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 potrà essere effettuato previa verifiche in situ.

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, si potrà 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/m² o in alternativa un velo di bitume liquido del tipo BL 350-700 in ragione di 1 kg/ m². Tale strato di protezione dovrà essere rimosso prima di realizzare lo strato successivo. Per la protezione delle superfici finite potranno essere adottate soluzioni alternative.

Per assicurare un'adeguata compattazione delle scarpate, dovranno essere messe a punto 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.

La superficie finita del rilevato (piano di posa della fondazione della pavimentazione stradale) 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.

- **Controllo qualità**

Controllo in corso d'opera sui materiali

Calce

La calce dovrà provenire da fornitori qualificati.

Le caratteristiche della calce, riportate al par. □ 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;
- verifica ogni 2000 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 72 ore dalla consegna in cantiere, fermo restando le condizioni di stoccaggio stabilite in capitolato, dovranno essere eseguite le seguenti prove: reattività dell'acqua, titolo in idrati totali per la calce idrata.

Terre e miscele

Sul terreno da trattare dovrà essere prelevato 1 campione ogni 2.500 m³; 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 □.

Sulla miscela dovrà essere effettuata, in laboratorio, una prova CBR ogni 5.000 m².

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 2.500 m² 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.

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 5.000 m² 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 controllo 5.000 m².

○ **Formazione dei rilevati**

- Premessa

Verranno di seguito utilizzati i seguenti termini:

Terreno: Ammasso di particelle minerali e/o materia organica nella forma di un deposito, che può essere separato facilmente tramite mezzi meccanici e che include quantità variabili di acqua ed aria (ed a volte di altri gas)

Identificazione dei terreni: La classificazione e la descrizione dei terreni sulla base dei loro livelli, tipi di materiali e caratteristiche dei materiali e/o costituenti organici e plasticità.

Struttura geologica: Variazione nella composizione comprendente la stratigrafia e le discontinuità.

Materia organica: Sostanza costituita da materiali organici di origine vegetale e/o animale, e i prodotti dovuti alla trasformazione di questi materiali, come per. es. l'humus.

Granulometria: Distribuzione dimensionale delle particelle espressa come percentuale in massa del passante ad un determinato numero di stacci.

Frazione granulometrica: Parte di un terreno che può essere classificata sulla base della dimensione delle particelle.

Plasticità: Proprietà di un terreno coesivo di cambiare il suo comportamento meccanico cambiando il contenuto d'acqua.

Dimensione dei granuli: La dimensione del granulo è convenzionalmente definita dall'apertura dello staccio di più piccolo diametro o maglia attraverso il quale passa il granulo.

Ciottoli o massi: Frazione di una terra di dimensioni maggiori di 63 mm (trattenuta cioè dallo staccio 63 UNI EN 933-2 del 1997) costituita da elementi a spigoli arrotondati o a spigoli vivi.

Ghiaia: Frazione di un terreno compresa tra 63 mm e 2 mm (passante cioè allo staccio 63 e trattenuta dallo staccio 2 UNI EN 933-2 del 1997) costituita da elementi a spigoli arrotondati o a spigoli vivi.

Ghiaia grossa (pietrisco): Frazione di una ghiaia compresa tra 63 mm e 20 mm (passante cioè allo staccio 63 e trattenuta dallo staccio 20 UNI EN 933-2 del 1997) costituita da elementi a spigoli arrotondati o a spigoli vivi.

Ghiaia media: Frazione di una ghiaia compresa tra 20 mm e 6,3 mm (passante cioè allo staccio 20 e trattenuta dallo staccio 6,3 UNI EN 933-2 del 1997) costituita da elementi a spigoli arrotondati o a spigoli vivi.

Ghiaia fina (graniglia): Frazione di una ghiaia compresa tra 6,3 mm e 2 mm (passante cioè allo staccio 6,3 e trattenuta dallo staccio 2 UNI EN 933-2 del 1997) costituita da elementi a spigoli arrotondati o a spigoli vivi.

Sabbia: Frazione di un terreno compresa tra 2 mm e 0,063 mm (passante cioè allo staccio 2 e trattenuta dallo staccio 0,063 UNI EN 933-2 del 1997) costituita da elementi a spigoli arrotondati o a spigoli vivi.

Limo: Frazione di un terreno compresa tra 0,063 mm e 0,002 mm (passante cioè allo staccio 0,063 e trattenuta dallo staccio 0,002 UNI EN 933-2:1997) .

Argilla: Frazione di terra avente dimensioni minori a 0,002 mm (passante cioè allo staccio 0,002 UNI EN 933-2:1997).

Aggregato: Materiale granulare utilizzato nelle costruzioni. Gli aggregati possono essere naturali, artificiali o riciclati.

Aggregato naturale: Aggregato di origine minerale, che è stato sottoposto unicamente a lavorazione meccanica.

Aggregato riciclato: Aggregato derivante dalla lavorazione di materiale inorganico precedentemente utilizzato nelle costruzioni.

Dimensioni dell'aggregato: Designazione dell'aggregato in termini di dimensioni dello staccio inferiore (d) e superiore (D), espressa sotto forma di d/D.

Aggregato fine: Designazione attribuita agli aggregati di dimensioni d uguali a 0 e D minore o uguale a 6,3 mm.

Aggregato grosso: Designazione attribuita agli aggregati di dimensioni d uguali o maggiori di 1 mm e D maggiore di 2 mm.

Fini: Frazione granulometrica di aggregato passante allo staccio 0,063 mm.

Umidità: Rapporto percentuale fra il peso dell'acqua eliminata per essiccazione fino al peso costante a 105-110 °C ed il peso della terra essiccata (def. CNR UNI 10008).

Massa volumica con essiccazione: Rapporto fra il peso di un campione di terra essiccato a 105-110 °C, fino a peso costante, ed il suo volume occupato in acqua.

Massa volumica apparente di una terra (peso / volume, detto anche densità): Rapporto tra il peso di un campione di terra non rimaneggiato ed il suo volume.

Costipamento: Operazione meccanica di addensamento di una terra.

Grado di Costipamento relativo: Rapporto percentuale tra la densità del secco in sito del terreno e quella massima corrispondente all'energia di costipamento assunta come riferimento.

Consolidazione: Graduale diminuzione di volume di una terra satura dovuta ad espulsione di acqua dai pori a seguito dell'applicazione prolungata di un carico.

Solido stradale: Figura geometrica delimitata dal piano campagna, dalla superficie del sottofondo e dalle scarpate del rilevato o della trincea stradale.

Soprastruttura o pavimentazione: Struttura, sovrapposta al sottofondo, destinata a consentire il regolare moto dei veicoli, distribuendo sul sottofondo i carichi da questi trasmessi ed a proteggerlo dagli agenti atmosferici (pioggia, gelo, ecc.). Essa è costituita da uno o più strati. In relazione ai tipi di materiale che la costituiscono, la soprastruttura stradale viene definita:

- Flessibile - se caratterizzata da una fondazione in misto granulare non legato, privo di plasticità e con buona capacità portante, sulla quale vengono posizionate una base stabilizzata o bitumata e un manto in conglomerato bituminoso o in moduli autobloccanti di calcestruzzo;
- Semirigida - se caratterizzata da una fondazione in misto granulare seguita da una base in misto cementato, posta sotto strati bitumati, che ha la funzione di aumentare la rigidità della pavimentazione riducendone la flessibilità;
- Rigida - se composta da lastre di calcestruzzo appoggiate su una fondazione in misto cementato, generalmente realizzata su una fondazione in misto granulare.

Sottofondo: Terreno sul quale poggia la soprastruttura e più direttamente interessato dall'azione di carichi esterni da questa trasmessi; può essere formato da terreno di scavo o di riporto, che abbia o no subito idoneo processo di miglioramento. La superficie che delimita superiormente il terreno di sottofondo costituisce il piano di posa della soprastruttura. Quando non altrimenti specificato la definizione si riferisce ad uno spessore dell'ordine di 20-50 cm.

Fondazione: Parte della soprastruttura avente principalmente la funzione di distribuire i carichi sul sottofondo. Può essere costituita da uno o più strati: lo strato più profondo viene chiamato primo strato di fondazione e può anche essere destinato a proteggere il sottofondo dall'azione del gelo e ad intercettare la risalita d'acqua. Lo strato più superficiale viene chiamato ultimo strato di fondazione o strato di base.

Strato d'usura: Parte della soprastruttura che trovasi a diretto contatto con le ruote dei veicoli.

Strato di collegamento: Strato di conglomerato bituminoso talora interposto nelle pavimentazioni bituminose tra lo strato di usura e l'ultimo strato di fondazione.

Manto di usura: Insieme dello strato di usura e di collegamento di conglomerato bituminoso nelle pavimentazioni bituminose. Nelle pavimentazioni di calcestruzzo o in moduli autobloccanti il termine viene usato per indicare la lastra di calcestruzzo o la stesa dei moduli autobloccanti.

Bituminoso: Aggettivo applicabile a leganti e miscele di leganti e di aggregati contenenti bitume

Legante bituminoso: Materiale adesivo contenente bitume

Bitume: Materiale praticamente non volatile, adesivo e impermeabile derivante dal petrolio greggio, oppure presente nell'asfalto naturale, che è completamente o quasi completamente solubile in toluene e molto viscoso o quasi solido a temperatura ambiente

Conglomerato (o asfalto) bituminoso: Miscela di aggregato minerale e di un legante bituminoso

Filler: Materiale polverulento, passante al staccio 0,063 mm UNI EN 933-2:1997, che si aggiunge ai leganti bituminosi e alle miscele di questi leganti con aggregati litici, allo scopo di conferire particolari caratteristiche ai prodotti che ne derivano. All'occorrenza può essere sostituito anche da cemento tipo Portland, loppe di altoforno o calce idrata.

Legante idraulico: Materiale inorganico presente sotto forma di polvere che mescolato ad acqua e ad aggregati inerti origina conglomerati inorganici dotati di caratteristiche di resistenza meccanica

Massello: Prodotto di calcestruzzo eseguito in monostrato o pluristrato, caratterizzato da basso rapporto tra i lati e lo spessore, mobilità a mano e destinato a costituire strato di rivestimento di pavimentazioni ad uso pedonale e/o veicolare.

Allettamento di posa: Strato a spessore costante adeguatamente spianato avente la funzione di ricevere gli elementi di rivestimento (masselli).

- Generalità

Nell'esecuzione sia degli scavi che dei rilevati è prevista la realizzazione di piste e rampe provvisorie, l'estirpamento di piante, arbusti e relative radici esistenti sia sui terreni da scavare che su quelli destinati all'impianto dei rilevati, nonché, in questo ultimo caso, al riempimento delle buche effettuate in dipendenza dell'estirpamento delle radici e delle piante, che dovrà essere effettuato con materiale idoneo messo in opera a strati di conveniente spessore e costipato.

- Classificazione dei materiali

I materiali che andranno a costituire l'infrastruttura stradale saranno classificati e riconosciuti idonei, in accordo con le seguenti Norme UNI:

Acqua	UNI EN 1008:2003
Terreni e aggregati naturali	UNI EN 14688-1:2002
Aggregati per materiali non legati	UNI EN 13242:2002
Aggregati per materiali legati con leganti idraulici	UNI EN 13242:2002
Miscele non legate	UNI EN 285:2003

- Classificazione dei prodotti

I prodotti che compongono l'infrastruttura stradale saranno classificati e riconosciuti idonei, in accordo con le seguenti norme UNI:

Bitumi e leganti bituminosi	UNI EN ISO 12591:2002
Leganti idraulici per impieghi stradali	UNI ENV 13282:2001
Geotessuti	UNI EN 13249:2001
Masselli in calcestruzzo	UNI EN 9065-1:1991

- Classificazione dei componenti ausiliari

Segnaletica verticale permanente	UNI EN 12899-1:2003
Segnaletica orizzontale	UNI EN 1871:2000

- Tracciamenti

Tutte le quote debbono essere riferite a capisaldi inamovibili, facilmente individuabili ed accessibili: le relative monografie ne individuano le coordinate plano-altimetriche. Esse sono redatte dall'Impresa in contraddittorio con la Direzione Lavori e sono allegate al verbale di consegna dei lavori, L'Appaltatore rimane responsabile della loro conservazione fino al collaudo.

- Riutilizzo dei terreni derivanti da scavi

In relazione alle esigenze di carattere ambientale e tenuto conto delle possibilità offerte dalle tecniche di trattamento delle terre, sono da impiegare fino ad esaurimento, i materiali estratti da scavi di ogni genere, per la formazione dei rilevati o per altre sistemazioni territoriali connesse all'infrastruttura, purché essi risultino idonei all'impiego previsto, o siano resi tali.

I materiali provenienti dagli scavi non risultati idonei alla formazione dei rilevati, o alle altre categorie di lavoro previste, sono collocati in siti di deposito; di contro, quando i materiali idonei scavati fossero insufficienti per la formazione dei rilevati, i volumi di terra integrativi sono prelevati da cave di prestito che l'Impresa deve caratterizzare quantitativamente e qualitativamente informando la Direzione dei Lavori sottoponendo i risultati di controlli di laboratorio.

In linea generale i materiali idonei provenienti dagli scavi debbono essere utilizzati immediatamente, senza far ricorso a luoghi di deposito provvisori.

Nel caso in cui le materie provenienti dagli scavi dovessero essere temporaneamente accantonate, per essere utilizzate successivamente nei riempimenti di cavi, rinterri, eccetera, esse possono essere depositate nell'ambito del cantiere o in luoghi tali da non provocare danni a persone e cose ed intralci al traffico.

- Cave di prestito

L'Appaltatore è tenuto a provvedere, a sua cura e spese, alle necessarie autorizzazioni previste dalle norme, dalle leggi e dai regolamenti vigenti in materia (se non implicite nell'approvazione del progetto), rimanendo responsabile di ogni eventuale danno a persone o cose connesso alla coltivazione delle cave e alla fornitura dei materiali. In carenza di atti formali di autorizzazione allo sfruttamento non può essere iniziato alcun prelievo di materiale dalle cave di prestito.

- Utilizzo di aggregati derivanti dal riciclo

L'utilizzo di materiali inerti derivanti da demolizioni potrà avvenire solo in accordo con la Direzione lavori in accordo a quanto disposto dalle norme UNI EN 13285:2003 e UNI EN 13242: 2002 per la realizzazione di

fondazioni e sottofondi stradali.

I prospetti di riferimento relativamente a quanto indicato nella suddetta norma UNI EN 13285:2003, sono unicamente quelli indicati con le sigle A.I e A.4, per aggregati derivanti dalla frantumazione di calcestruzzi e di pavimentazioni stradali, illustrati nelle seguenti tabelle:

Componenti	Percentuale in massa
------------	----------------------

Principale	Materiali da pavimentazioni stradali — incluso calcestruzzo frantumato, aggregati non legati e aggregati legati con leganti	>90
Componenti		Percentuale in massa
Principale	Calcestruzzo frantumato (massa volumica > 2,1 Mg/m ³) e aggregati (incluse scorie)	>90
Altro granulare	Muratura frantumata	<10
	Asfalto recuperato frantumato	< 5
Contaminanti	Materiali coesivi (inclusa argilla)	< 1
	Materiali organici	<0,1

Non

verranno accettati materiali derivanti dal riciclo di aggregati provenienti dalla frantumazione di muratura (Prospetto A.2 della norma UNI EN 13285), misti (Prospetto A.3 della norma UNI EN 13285) e da ceneri residue di inceneritore (Prospetto A.5 della norma UNI EN 13285).

Tali aggregati tuttavia, a discrezione del progettista e della Direzione dei lavori, potranno venire altresì impiegati per rilevati e per la bonifica di piani di appoggio di rilevati in presenza di terreni caratterizzati da scarse caratteristiche fisiche e meccaniche.

Gli aggregati derivanti da riciclo potranno venire impiegati indifferentemente (tutte le tipologie) per il riempimento di scavi e trincee derivanti dalla realizzazione di condotte fognarie o linee di sotto servizio, a partire dalla sommità dello strato di ricoprimento della tubazione (in genere sabbia o calottatura in cls) fino al piano di posa della fondazione stradale.

In caso di utilizzo di aggregati riciclati descritti nel prospetto A.5 non è mai comunque ammessa una percentuale di materiale organico (incenerito o meno) superiore al 2%.

- Discariche e luoghi di deposito

Le materie provenienti dagli scavi e non utilizzate o non utilizzabili per la costruzione dei rilevati (terreno vegetale), per i riempimenti debbono essere portate a rifiuto nelle discariche individuate in progetto ovvero, nel rispetto delle leggi e dei regolamenti locali, in aree che l'Appaltatore può proporre, in aggiunta o in variante di queste, previa autorizzazione del Direttore dei Lavori e degli Enti preposti alla tutela del territorio.

Si deve in ogni caso evitare che le materie depositate possano arrecare danni (sia nel breve che nel lungo termine) alle opere realizzate ed alle proprietà limitrofe, come pure essere causa d'instabilità dei terreni adiacenti ed ostacolo al libero deflusso delle acque.

- Accumulo degli aggregati in cantiere

La zona destinata al deposito degli aggregati derivanti dalle cave di prestito sarà preventivamente e convenientemente sistemata per evitare il contatto con elementi estranei (terreno di scavo, terreno vegetale, ristagni d'acqua) che possano compromettere la pulizia degli aggregati. Inoltre i cumuli delle diverse classi di inerte

dovranno essere nettamente separati tra loro, eseguendo le operazioni di rifornimento e di prelievo dagli stessi con massima cura al fine di evitare contaminazioni.

I luoghi di deposito della terra vegetale da utilizzarsi per la realizzazione di opere in verde, in particolare, debbono essere sistemati in modo da evitare venute e ristagni d'acqua, capaci di impedire l'ossigenazione della terra stessa.

- Formazione dei rilevati

I rilevati saranno eseguiti con le esatte forme e dimensioni indicate nei disegni di progetto, ma non dovranno superare la quota del piano di appoggio della fondazione stradale.

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

Le materie di scavo, provenienti da tagli stradali o da qualsiasi altro lavoro, che risultassero esuberanti o non idonee per la formazione dei rilevati o riempimento dei cavi, dovranno essere trasportate a discarica autorizzata o a rifiuto fuori della sede stradale, a debita distanza dai cigli, e sistemate convenientemente.

Qualora una volta esauriti i materiali provenienti dagli scavi ritenuti idonei in base a quanto sopra detto, occorressero ulteriori quantitativi di materie per la formazione dei rilevati, si dovrà ricorrere al prelevamento di materie da cave di prestito o da altre forniture.

Il materiale costituente il corpo del rilevato dovrà essere messo in opera a strati di uniforme spessore, non eccedente cm 30.

Il rilevato per tutta la sua altezza dovrà presentare i requisiti di densità riferita alla densità massima secca AASHO modificata non inferiore al 90% negli strati inferiori ed al 95% in quello superiore (ultimi 30 cm).

Inoltre per tale ultimo strato, che costituirà il piano di posa della fondazione stradale, dovrà ottenersi un modulo di compressibilità M_d definito dalle Norme CNR 146/92, il cui valore, misurato in condizioni di umidità prossima a quella di costipamento, al primo ciclo di scarico e nell'intervallo di carico compreso fra 0,15 e 0,25 N/mm², non dovrà essere inferiore a 50 N/mm².

Ogni strato sarà costipato alla densità sopra specificata procedendo alla preventiva essiccazione del materiale se troppo umido, oppure al suo inaffiamento, se troppo secco, in modo da conseguire una umidità non diversa da quella ottima predeterminata in laboratorio, ma sempre inferiore al limite di ritiro.

Ogni strato dovrà presentare una superficie superiore conforme alla sagoma dell'opera finita così da evitare ristagni di acqua e danneggiamenti.

Per la realizzazione di un allargamento di un rilevato esistente si dovrà sagomare quest'ultimo creando gradoni di profondità massima non inferiore a 1,30 m e minima non inferiore a 0,30 m.

Le attrezzature di costipamento dovranno comunque essere atte ad esercitare sul materiale, a seconda del tipo di esso, un genere di energia costipante tale da assicurare il raggiungimento delle densità prescritte e previste per ogni singola categoria di lavoro.

In particolare i mezzi da utilizzare per un adeguato costipamento avranno indicativamente i seguenti impieghi:

- i rulli a piedi costipanti ed a segmenti sono d'impiego specifico per le terre fini coerenti (a prevalenza limosa);
- i rulli lisci vibranti sono particolarmente adatti per le terre granulari a prevalente grana grossa e, se molto pesanti, per le terre alluvionali contenenti elementi di grosse dimensioni;
- i rulli gommati sono mezzi versatili e polivalenti; in relazione alle possibilità di variare il peso e la pressione di gonfiaggio dei pneumatici si prestano sia per le terre fini, sia per le terre granulari, sia anche, nel caso di mezzi molto pesanti, per le terre contenenti grossi elementi;
- i rulli lisci statici vanno utilizzati esclusivamente per la finitura degli strati preliminarmente compattati con i rulli a piedi o con quelli gommati, per regolarizzare la superficie.

In ogni caso l'attitudine delle macchine di costipamento deve essere verificata in campo prova per ogni tipo di materiale che si prevede di impiegare. La loro produzione, inoltre, deve risultare compatibile con quella delle altre fasi (scavo, trasporto e stesa) e con il programma temporale stabilito nel piano particolareggiato dei movimenti di materia. Quando l'umidità delle terre scavate è tale da non consentire il costipamento necessario a raggiungere l'addensamento e la portanza richiesti dalle presenti norme tecniche, l'Impresa è tenuta a mettere in atto i provvedimenti correttivi per modificare in senso conveniente il contenuto d'acqua naturale e/o, a seconda dei casi, a migliorarle mediante stabilizzazione. Per i materiali provenienti da tagli di roccia da utilizzare per la formazione di rilevati, si dovrà provvedere alla frantumazione in elementi di pezzatura massima pari a 200 mm. Tali elementi rocciosi dovranno essere distribuiti uniformemente nella massa del rilevato e non potranno essere impiegati alla formazione dello strato superiore di rilevato stesso per uno spessore non inferiore a 30 cm al di sotto del piano di posa della sovrastruttura stradale. Per il migliore rendimento energetico dei mezzi di costipamento è opportuno sceglierne la tipologia più idonea ed operare con umidità prossima a quella ottimale determinata in laboratorio mediante la prova AASHTO (CNR 69/78).

In particolare, in adiacenza dei manufatti, che di norma saranno costruiti prima della formazione dei rilevati, i materiali del rilevato dovranno essere aridi, privi di frazione argillosa, a prevalente grana grossa (Ghiaie e Sabbie) e costipati con energia dinamica di impatto.

Non si potrà sospendere la costruzione del rilevato, qualunque sia la causa, senza che ad esso sia stata data una configurazione e senza che nell'ultimo strato sia stata raggiunta la densità prescritta.

Nel caso in cui si prevede un'interruzione dei lavori di costruzione del rilevato di più giorni, l'Appaltatore è tenuto ad adottare ogni provvedimento per evitare infiltrazioni di acque meteoriche nel corpo del rilevato. Allo scopo, le

superfici, ben livellate e compattate, debbono risultare sufficientemente chiuse e presentare pendenza trasversale non inferiore al 6%.

Se nei rilevati dovessero avvenire cedimenti differiti, dovuti a carenze costruttive, l'Appaltatore è obbligato ad eseguire a sue spese i lavori di ricarico, rinnovando, ove occorra, anche la sovrastruttura.

Nel caso di sospensione prolungata della costruzione, alla ripresa delle lavorazioni la parte di rilevato già eseguita deve essere ripulita dalle erbe e dalla vegetazione che vi si fosse insediata; inoltre lo strato superiore deve essere scarificato, praticandovi dei solchi per il collegamento dei nuovi strati; è prudente in questo caso ripetere le prove di controllo dell'addensamento e della portanza.

Il materiale dei rilevati potrà essere messo in opera durante i periodi le cui condizioni meteorologiche siano tali da non pregiudicare la buona riuscita del lavoro. L'inclinazione da dare alle scarpate sarà quella di cui alle sezioni di norma allegate al progetto.

Si dovrà inoltre garantire la sistematica e tempestiva protezione delle scarpate mediante la stesa di uno strato di terreno vegetale di spessore pari a 0,30 m tale da assicurare il pronto attecchimento e sviluppo del manto erboso.

- Sottofondi

Il sottofondo è il volume di terra nel quale risultano ancora sensibili le sollecitazioni indotte dal traffico e trasmesse dalla pavimentazione; rappresenta la zona di transizione fra il terreno in sito (nelle sezioni in trincea o a raso campagna) ovvero tra il rilevato e la pavimentazione. Il sottofondo deve possedere le seguenti caratteristiche:

- elevata regolarità della superficie finita per coniugare le imperfezioni e l'eterogeneità dei movimenti di terra con la necessità di disporre di un piano superiore di posa della pavimentazione ben profilato e sostanzialmente omogeneo;
- portanza sufficiente a garantire, in ogni suo punto (omogeneizzazione della portanza), i livelli di stabilità e di funzionalità ammessi in progetto per la soprastruttura, tutto ciò per mezzo delle sue proprietà fisiche e meccaniche e tenuto conto dello spessore.

Al sottofondo si richiede inoltre di proteggere in fase di costruzione gli strati sottostanti dall'infiltrazione d'acqua meteorica; durante l'esercizio, lo strato di fondazione soprastante dalle risalite di materiale fino inquinante.

Lo spessore totale dello strato di sottofondo che, a seconda dei casi è realizzato con la stesa ed il costipamento di uno o più strati, dipende dalla natura del materiale utilizzato, dalla portanza del supporto e da quella prevista in progetto per il piano di posa della soprastruttura.

Per la scelta del materiale e per i provvedimenti costruttivi occorre tener conto, inoltre, dei rischi d'imbibizione (derivanti dalla eventuale presenza di una falda superficiale), delle condizioni climatiche previste in fase costruttiva (precipitazioni) ed in fase di esercizio (gelo), nonché del prevedibile traffico di mezzi di cantiere e delle necessità connesse alla costruzione della pavimentazione.

Nella costruzione dei sottofondi devono essere utilizzati:

- terre granulari prive di elementi aventi dimensioni maggiori di $D = 63$ mm, con assortimento granulometrico ben graduato (curve compatte), costituite preferibilmente con elementi a spigoli vivi, con poco fino (passante allo 0,063 mm minore del 12%) e non plastiche ($IP < 6$) in grado di conferire agli strati finiti elevate proprietà meccaniche e buona impermeabilità;
- misti di fiume (naturali o corretti granulometricamente) e miscele di aggregati con granulometria 0/63 (UNI EN 13285) ben assortita;
- terre stabilizzate con leganti idraulici (con calce o con calce e cemento), nonché rocce tenere in disfacimento e/o auto cementanti;
- aggregati artificiali derivanti dal riciclo per frantumazione nei prospetti A.I e A.4 come indicati dalla norma UNI EN 13285/2003.

In questi ultimi due casi, l'attitudine all'impiego deve essere valutata mediante prove CBR di laboratorio ovvero misure di modulo di deformazione M_d sugli strati posti in opera, da prove preliminari in vera grandezza.

Per un rapido allontanamento delle acque meteoriche, i piani di sottofondo debbono essere sistemati con falde pendenti verso l'esterno (in rilevato) o verso le opere di raccolta delle acque, con pendenza trasversale non inferiore al 4%.

○ Rinterri

Il materiale da riutilizzare nei reinterri, deve avere caratteristiche di qualità crescenti dal fondo dello scavo, alla sua sommità.

Nella formazione dei suddetti reinterri dev'essere cura dell'Appaltatore procedere per strati orizzontali di pari altezza disponendo, contemporaneamente, le materie bene sminuzzate con maggior regolarità e precauzione, in modo da caricare uniformemente le murature per evitare le conseguenti "sfiancature" delle stesse.

Il materiale da impiegare nei reinterri non può essere scaricato direttamente contro le murature dagli automezzi, ma depositato in prossimità delle stesse e ripreso al momento della formazione dei reinterri suddetti.

I danni derivanti dalla mancata o imperfetta osservanza delle prescrizioni dei capoversi precedenti sono a completo carico dell'Appaltatore, compresi gli eventuali maggiori danni derivanti dal ritardato completamento delle opere medesime.

- Riempimenti e ripristini degli scavi

Il ripristino di cavi di fondazione intorno a strutture, il rinterro di cavi praticati per diversi scopi (ad esempio posa di sottoservizi), il riempimento a ridosso di murature ed opere di sostegno, presentano problemi speciali. La compattazione, generalmente difficoltosa per la ristrettezza degli spazi e per la delicatezza dei manufatti interessati, non deve giustificare rinuncia di sorta alle portanze prescritte. Per questi motivi occorre impiegare materiale granulare selezionato, efficacemente sensibile al costipamento per vibrazione.

Le terre trasportate mediante autocarri o mezzi simili, non debbono essere scaricate direttamente a ridosso dei cavi o al loro interno, ma depositate in loro vicinanza e successivamente poste in opera a strati per essere compattati con mezzi adatti. Si deve, inoltre, evitare di realizzare rilevati e/o rinterri in corrispondenza di manufatti murari che non abbiano raggiunto sufficienti caratteristiche di resistenza. Nel caso di inadempienza delle prescrizioni precedenti, è fatto obbligo all'Appaltatore di effettuare a suo carico tutte le riparazioni e ricostruzioni necessarie per garantire la sicurezza e la funzionalità dell'opera.

Inoltre, si deve evitare che i grossi rulli vibranti operino entro una distanza inferiore a 1,5 m dai paramenti delle strutture murarie. A tergo di tali strutture debbono essere impiegati mezzi di compattazione leggeri, quali piastre vibranti e rulli azionati a mano, avendo cura di garantire i requisiti di deformabilità e addensamento richiesti, operando su strati di spessore ridotto.

Nella formazione dei riempimenti ovvero di tratti di rilevato rimasti in sospeso per la presenza di tombini, canali, cavi, ecc., si deve garantire la continuità con la parte realizzata, impiegando materiali e livelli di compattazione identici. A ridosso delle murature dei manufatti, qualora in relazione alle caratteristiche dei terreni ed anche in aggiunta alle previsioni progettuali se ne ravvisi la necessità, la Direzione Lavori ha facoltà di ordinare la stabilizzazione a cemento realizzando riempimenti mediante miscelazione in sito del legante con i materiali predisposti, privati però delle pezzature maggiori di 40 mm.

Il cemento, del tipo normale, va aggiunto in ragione di 25-50 kg/m³ di materiale compattato. La Direzione Lavori prescrive l'esatto quantitativo di cemento, entro i suddetti limiti, in funzione della granulometria del materiale impiegato.

La miscela deve essere compattata procedendo per strati di spessore non superiore a 30 cm. Per il riempimento di scavi è consentito l'uso di aggregati derivanti da riciclaggio per frantumazione.

- 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 coeff. di uniformità (D60/D10) maggiore o uguale a 7.

○ Strati di fondazione

- Strato di fondazione di pavimentazioni flessibili

Lo strato sarà costituito da una miscela di materiali granulari (misto granulare) stabilizzati per granulometria con l'aggiunta o meno di legante naturale, il quale è costituito da terra passante al setaccio 0,50 UNI 933-2.

L'aggregato potrà essere costituito da ghiaie di fiume, detriti di cava o rocce frantumate; potrà essere materiale reperito in sito, entro o fuori cantiere, oppure miscela di materiali aventi provenienze diverse, in proporzioni stabilite sulla base della norma UNI EN 13285. L'aggregato potrà avere origine dal riciclaggio per frantumazione in ottemperanza ai prospetti A.I e A.4 della stessa norma UNI EN 13285.

Il piano di posa dello strato dovrà avere le quote, la sagoma e i requisiti di compattezza prescritti ed essere ripulito da materiale estraneo. Il materiale verrà steso in strati di spessore finito non superiore a 20 cm e non inferiore a 10 cm, e dovrà presentarsi, dopo costipato, uniformemente miscelato in modo da non presentare segregazione dei suoi componenti.

L'eventuale aggiunta di acqua, per raggiungere l'umidità prescritta in funzione 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 ricostruito.

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

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

Il costipamento di ogni strato dovrà essere eseguito sino ad ottenere una densità in sito non inferiore al 98% della densità massima fornita dalla prova AASHTO modificata. Il valore del modulo di compressibilità M_d nell'intervallo compreso fra 0,15 e 0,25 N/mm^q, non dovrà essere inferiore ad 80 N/mm^q.

La superficie finita non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto di oltre 1 cm, controllato a mezzo di un regolo di 4,50 m di lunghezza e disposto secondo due direzioni ortogonali. Lo spessore dovrà essere quello prescritto, con una tolleranza in più o in meno del 5%, purché questa differenza si presenti solo saltuariamente.

Sullo strato di fondazione compattato in conformità alle prescrizioni avanti indicate, è buona norma procedere subito all'esecuzione delle pavimentazioni, senza far trascorrere, tra le due fasi di lavoro un intervallo di tempo troppo lungo che potrebbe recare pregiudizio ai valori di portanza conseguiti dallo strato di fondazione a costipamento ultimato. Ciò allo scopo di eliminare i fenomeni di allentamento, di asportazione e di disgregazione del materiale fine, interessanti la parte superficiale degli strati di fondazione che non siano adeguatamente protetti

dal traffico di cantiere, ovvero dagli agenti atmosferici; nel caso in cui non sia possibile procedere immediatamente dopo la stesa dello strato di fondazione alla realizzazione delle pavimentazioni, sarà opportuno procedere alla stesa di una mano di emulsione saturata con graniglia a protezione della superficie superiore dello strato di fondazione oppure eseguire analoghi trattamenti protettivi.

○ **Pavimentazioni in conglomerati bituminosi**

Nei relativi prezzi sono compresi tutti gli oneri per l'esecuzione del lavoro a perfetta regola d'arte secondo le prescrizioni del presente capitolato, comprese le integrazioni con bitume additivato con rigeneranti e con gli inerti necessari per la correzione della curva granulometrica od irruvidimenti superficiale.

Per i conglomerati riciclati a caldo in impianto varranno le stesse prescrizioni dei conglomerati vergini, con le variazioni previste negli appositi articoli.

- *Specifiche generali per il confezionamento di conglomerati bituminosi*

Il conglomerato sarà confezionato in impianti fissi automatizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte che dovranno assicurare una elevata qualità del prodotto. La potenzialità di produzione dovrà garantire la continuità di fornitura durante la stesa, evitando soste od interruzioni di approvvigionamento.

La produzione di ciascun impianto non dovrà comunque essere spinta oltre la sua potenzialità per garantire il perfetto essiccamento, l'uniforme riscaldamento delle miscela ed una perfetta vagliatura che assicuri una idonea riclassificazione delle singole classi degli aggregati.

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

Il dosaggio dei componenti della miscela dovrà essere eseguito a peso mediante idonea apparecchiatura la cui efficienza dovrà essere costantemente controllata; diverse modalità di dosaggio dovranno essere esplicitamente accettate dalla Direzione dei Lavori. Ogni impianto dovrà assicurare il riscaldamento del bitume alla temperatura richiesta (non superiore a 190°C) e a viscosità uniforme fino al momento della miscelazione nonché il perfetto dosaggio sia del bitume sia dell'additivo.

La zona destinata al deposito degli inerti sarà preventivamente e convenientemente sistemata per evitare il contatto con elementi estranei (particelle argillose, ristagni di acqua ecc.) che possono compromettere la pulizia degli aggregati. Inoltre i cumuli delle diverse classi dovranno essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento nei predosatori eseguita con la massima cura onde evitare contaminazioni.

Si farà uso di almeno 5 classi di aggregati (tipi di pezzature) con predosatori in numero corrispondenti alle classi impiegate.

Il tempo di miscelazione 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 dovrà essere superiore ai 20 secondi.

La temperatura degli aggregati all'atto della miscelazione dovrà essere compresa tra 160°C e 180°C, e quella del legante non superiore ai 190°C in rapporto al tipo di bitume impiegato. Per la verifica delle suddette temperature, gli essiccatori, i serbatoi e le tramogge degli impianti dovranno essere muniti di termometri fissi perfettamente funzionanti e periodicamente tarati.

L'umidità degli aggregati all'uscita dell'essiccatore non dovrà di norma superare lo 0,5% in peso.

- Trasporto delle miscele

Il trasporto del conglomerato bituminoso 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 e formazione di grumi.

- Strato di base

Lo strato di base è costituito da un misto granulare di frantumato, ghiaia, sabbia ed eventuale additivo, normalmente dello spessore di 15 cm, impastato con bitume a caldo, previo preriscaldamento degli aggregati, steso in opera mediante macchina vibro finitrice e costipato con rulli gommati, vibranti gommati e metallici.

Lo spessore della base è prescritto nei tipi di progetto, salvo diverse indicazioni della Direzione Lavori.

Inerti

I requisiti di accettazione degli inerti impiegati nei conglomerati bituminosi per lo strato di base dovranno essere conformi alle prescrizioni contenute nel fascicolo n. 4 delle norme C.N.R. 1953 ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali") e nelle norme C.N.R. 65-1978 C.N.R. 80-1980.

Per il prelevamento dei campioni destinati alle prove di controllo dei requisiti di accettazione così come per le modalità di esecuzione delle prove stesse, valgono le prescrizioni contenute nel fascicolo n. 4 delle norme C.N.R. - 1953 ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali"), con l'avvertenza che la prova per la determinazione della perdita in peso sarà fatta col metodo Los Angeles secondo le norme del C.N.R. B.U. n. 34 (del 28/3/1973), anziché col metodo DEVAL.

L'aggregato grosso sarà costituito da frantumati (nella misura che di volta in volta sarà stabilita a giudizio della Direzione Lavori e che comunque non potrà essere inferiore al 30% della miscela degli inerti) e da ghiaie che dovranno rispondere al seguente requisito:

- perdita di peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature inferiore al 25%.

In ogni caso gli elementi dell'aggregato dovranno essere costituiti da elementi sani, duri, durevoli, a superficie ruvida, puliti ed esenti da polvere e da materiali estranei, inoltre non dovranno mai avere forma appiattita, allungata o lenticolare.

L'aggregato fino sarà costituito in ogni caso da sabbie naturali e di frantumazione (la percentuale di queste ultime sarà prescritta di volta in volta dalla Direzione Lavori in relazione ai valori di scorrimento delle prove Marshall, ma comunque non dovrà essere inferiore al 30% della miscela delle sabbie) che dovranno rispondere al seguente requisito:

- equivalente in sabbia (C.N.R. 27 -1972) superiore a 50.

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

- setaccio UNI 0,18 (ASTM n. 80): passante in peso: 100%;
- setaccio UNI 0,075 (ASTM n. 200): passante in peso: 90%.

La granulometria dovrà essere eseguita per via umida.

Legante

Dovranno essere impiegati bitumi semisolidi per uso stradale di normale produzione con le caratteristiche indicate nella tabella seguente, impiegati per il confezionamento di conglomerati bituminosi.

Detti leganti sono denominati "A" e "B".

La tabella che segue si riferisce al prodotto di base così com'è prelevato nelle cisterne e/o negli stoccaggi.

Per tutte le lavorazioni andrà sempre impiegato il bitume di tipo "A", salvo casi particolari in cui potrà essere impiegato il bitume "B" (è ammissibile nelle Regioni più fredde, nord o zone in quota) sempre su preventiva autorizzazione della D.L.

TABELLA "BITUMI DI BASE"		BITUME "A"	BITUME "B"
CARATTERISTICHE:	UNITÀ	VALORE	VALORE
Penetrazione a 25°C/298°K, 100g, 5s	0,1 mm	65 - 85	85 - 105
Punto di rammolimento	C / K	48-54/321-327	47-52/320-325
Indice di penetrazione		-1 / +1	-1 / +1
Punto di rottura (Fraass), min.	C / K	-8 / 265	-9 / 264
Duttilità a 25°C/298°K, min.	Cm	90	100
Solubilità in solventi organici, min.	%	99	99
Perdita per riscaldamento (volatilità) T = 163°C / 436°K, max.	%	+/- 0,5	+/- 1
Contenuto di paraffina, max.	%	3	3
Viscosità dinamica a T = 60°C / 333°K, gradiente di velocità = 1 s ⁻¹	Pa.s	220 - 400	150 - 250
Viscosità dinamica a T = 160°C / 433°K, gradiente di velocità = 1 s ⁻¹	Pa.s	0,4 - 0,8	0,2 - 0,6
Valori dopo RTFOT (Rolling Thin Film Overt Test)			
Viscosità dinamica a T = 60°C / 333°K, gradiente di velocità = 1 s ⁻¹	Pa.s	700 - 800	500 - 700
Penetrazione residua a 25°C/298°K, 100g, 5s	%	≤ 70	≤ 75
Variazione del Punto di rammolimento	C / K	≤ +8 / ≤ 281	≤ +10 / ≤ 283

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

Serie crivelli e setacci UNI	Passante: % totale in peso
Crivello 40	100
Crivello 30	80 ÷ 100
Crivello 25	70 ÷ 95
Crivello 15	45 ÷ 70
Crivello 10	35 ÷ 60
Crivello 5	25 ÷ 50
Setaccio 2	20 ÷ 40
Setaccio 0,4	6 ÷ 20
Setaccio 0,18	4 ÷ 14
Setaccio 0,075	4 ÷ 8

Il tenore di bitume dovrà essere compreso tra il 4 % e il 5% riferito al peso totale degli aggregati (C.N.R. 38 - 1973);

Il conglomerato dovrà avere i seguenti requisiti:

- il valore della stabilità Marshall (C.N.R. 30 -1973) eseguita a 60°C su provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia, dovrà risultare non inferiore a 700 Kg; inoltre il valore della rigidità Marshall, cioè il rapporto tra la stabilità misurata in Kg e lo scorrimento misurato in mm, dovrà essere superiore a 250;

- gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall dovranno presentare una percentuale di vuoti residui compresi fra 4% e 7%. I provini per le misure di stabilità e rigidità anzidette dovranno essere confezionati presso l'impianto di produzione e/o presso la stesa. La temperatura di compattazione dovrà essere uguale o superiore a quella di stesa; non dovrà però superare quest'ultima di oltre 10°C.
- Le miscele di aggregati e leganti idrocarburici dovranno rispondere anche alle norme C.N.R. 134-1991;

Formazione e confezione delle miscele

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

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

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

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

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

La zona destinata all'ammanimento degli inerti sarà preventivamente e convenientemente sistemata per annullare la presenza di sostanze argillose e ristagni di acqua che possano compromettere la pulizia degli aggregati.

Inoltre i cumuli delle diverse classi dovranno essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento nei predosatori eseguita con la massima cura.

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

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

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

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

L'umidità degli aggregati all'uscita dell'essiccatore non dovrà di norma superare lo 0,5%.

Posa in opera delle miscele

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

Prima della stesa del conglomerato su strati di fondazione in misto cementato, per garantire l'ancoraggio, si dovrà provvedere alla rimozione della sabbia eventualmente non trattenuta dall'emulsione bituminosa stesa precedentemente a protezione del misto cementato stesso.

Procedendo alla stesa in doppio strato, i due strati dovranno essere sovrapposti nel più breve tempo possibile; tra di essi dovrà essere interposta una mano di attacco di emulsione bituminosa in ragione di 0,5 Kg/mq.

La posa in opera dei conglomerati bituminosi verrà effettuata a mezzo di macchine vibro finitrici dei tipi approvati dalla Direzione Lavori, in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismo di auto livellamento.

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

Nella stesa si dovrà porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una strisciata alla precedente con l'impiego di 2 o più finitrici.

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

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

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

La sovrapposizione dei giunti longitudinali tra i vari strati sarà programmata e realizzata in maniera che essi risultino fra di loro sfalsati di almeno cm 20 e non cadano mai in corrispondenza delle 2 fasce della corsia di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti.

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

La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa, controllata immediatamente dietro la finitrice, dovrà risultare in ogni momento non inferiore a 130°C.

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

- Strato di collegamento e strato di usura

Generalità

La parte superiore della sovrastruttura stradale sarà, in generale, costituita da un doppio strato di conglomerato bituminoso steso a caldo, e precisamente: da uno strato inferiore di collegamento (binder) e da uno strato superiore di usura, secondo quanto stabilito dalla Direzione Lavori.

Il conglomerato per ambedue gli strati sarà costituito da una miscela di pietrischetti, graniglie, sabbie ed additivi, secondo le definizioni riportate nell' Art. 1 delle norme C.N.R., fascicolo n. 4/1953 ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali"), mescolati con bitume a caldo, e verrà steso in opera mediante macchina vibro finitrice e compattato con rulli gommati e lisci.

Inerti

Il prelievo dei campioni di materiali inerti, per il controllo dei requisiti di accettazione appresso indicati, verrà effettuato secondo le norme C.N.R., Capitolo II del fascicolo 4/1953 ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali").

Per il prelevamento dei campioni destinati alle prove di controllo dei requisiti di accettazione, così come per le modalità di esecuzione delle prove stesse, valgono le prescrizioni contenute nel fascicolo n. 4 delle Norme C.N.R. 1953 ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali"), con l'avvertenza che la prova per la determinazione della perdita in peso sarà fatta col metodo Los Angeles secondo le Norme C.N.R. B.U. n. 34 (del 28-3-1973) anziché col metodo DEVAL.

L'aggregato grosso (pietrischetti e graniglie) dovrà essere ottenuto per frantumazione ed essere costituito da elementi sani, duri, durevoli, approssimativamente poliedrici, con spigoli vivi, a superficie ruvida, puliti ed esenti da polvere o da materiali estranei.

L'aggregato grosso sarà costituito da pietrischetti e graniglie che potranno anche essere di provenienza o natura petrografica diversa, purché alle prove appresso elencate, eseguite su campioni rispondenti alla miscela che si intende formare, risponda ai seguenti requisiti.

Per strati di collegamento (BINDER):

- perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature secondo le norme ASTM C 131 - AASHO T 96 inferiore al 25% (C.N.R. 34 - 1973);
- indice dei vuoti delle singole pezzature, secondo C.N.R., fascicolo 4/1953 ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali"), inf. a 0,80;
- coefficiente di imbibizione, secondo C.N.R., fascicolo 4/1953 ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali") inferiore a 0,015 (C.N.R. 137-1992);

- materiale non idrofilo, secondo C.N.R., fascicolo 4/1953 ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali").
- Nel caso che si preveda di assoggettare al traffico lo strato di collegamento in periodi umidi od invernali, la perdita in peso per scuotimento sarà limitata allo 0,5%.

Per strati di usura:

- perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature secondo le norme ASTM C 13 - AASHTO T 96, inferiore od uguale al 20% (C.N.R. 34 -1973);
- almeno un 30% in peso del materiale dell'intera miscela deve provenire da frantumazione di rocce che presentino un coefficiente di frantumazione minore di 100 e resistenza a compressione, secondo tutte le giaciture, non inferiore a 140 N/mm², nonché resistenza alla usura minima 0,6;
- indice dei vuoti delle singole pezzature, secondo C.N.R., fascicolo n. 4/1953 - ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali"), inf. A 0,85;
- coefficiente di imbibizione, secondo C.N.R., fascicolo 4/1953 - ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali"), inferiore a 0,015 (C.N.R. 137-1992);
- materiale non idrofilo, secondo C.N.R., fascicolo 4/1953 - ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali"), con limitazione per la
- perdita in peso allo 0,5%;

Per le banchine di sosta saranno impiegati gli inerti prescritti per gli strati di collegamento e di usura di cui sopra.

In ogni caso i pietrischi e le graniglie dovranno essere costituiti da elementi sani, duri, durevoli, approssimativamente poliedrici, con spigoli vivi, a superficie ruvida, puliti ed esenti da polvere e da materiali estranei.

L'aggregato fino sarà costituito in ogni caso da sabbie naturali o di frantumazione che dovranno soddisfare ai requisiti dell' Art. 5 delle norme C.N.R. fascicolo n. 4 del 1953; ed in particolare:

- equivalente in sabbia, determinato con la prova AASHTO T 176, (e secondo la norma C.N.R. B.U. n. 27 del 30 – 3 - 1972) non inferiore al 55%;
- materiale non idrofilo, secondo C.N.R., fascicolo 4/1953 - ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali") con le limitazioni indicate per l'aggregato grosso. Nel caso non fosse possibile reperire il materiale della pezzatura 2 ÷ 5 mm necessario per la prova, la stessa dovrà essere eseguita secondo le modalità della prova Riedel-Weber con concentrazione non inferiore a 6.

Gli additivi minerali (filler) saranno costituiti da polvere di rocce preferibilmente calcaree o da cemento, calce idrata, calce idraulica, polveri di asfalto e dovranno risultare alla setacciatura per via secca interamente passanti al setaccio n. 30 ASTM e per almeno il 65% al setaccio n. 200 ASTM.

Per lo strato di usura, a richiesta della Direzione Lavori, il filler potrà essere costituito da polvere di roccia asfaltica contenente il 6 ÷ 8% di bitume ad alta percentuale di asfalteni con penetrazione Dow a 25°C inferiore a 150 dmm. Per filler diversi da quelli sopra indicati è richiesta la preventiva approvazione della Direzione Lavori in base a prove e ricerche di laboratorio.

Legante

Il bitume, per gli strati di collegamento e di usura, dovrà essere del tipo “A” e “B”, come riportato in precedenza nel presente capitolato.

Miscela

Strato di collegamento (binder)

La miscela degli aggregati da adottarsi per lo strato di collegamento dovrà avere una composizione granulometrica contenuta nel seguente fuso:

Serie crivelli e setacci UNI Passante:	% totale in peso
Crivello 25	100
Crivello 15	65 ÷ 100
Crivello 10	50 ÷ 80
Crivello 5	30 ÷ 60
Setaccio 2	20 ÷ 45
Setaccio 0,4	7 ÷ 25
Setaccio 0,18	5 ÷ 15
Setaccio 0,075	4 ÷ 8

Il tenore di bitume dovrà essere compreso tra il 4,5% ed il 5,5% riferito al peso degli aggregati (C.N.R. 38-1973).

Esso dovrà comunque essere il minimo che consenta il raggiungimento dei valori di stabilità Marshall e compattezza di seguito riportati.

Il conglomerato bituminoso destinato alla formazione dello strato di collegamento dovrà avere i seguenti requisiti:

La stabilità Marshall, eseguita a 60°C su provini costipati con 75 colpi di maglio per ogni faccia, dovrà risultare in ogni caso uguale o superiore a 900 Kg.

Inoltre il valore della rigidità Marshall, cioè il rapporto tra la stabilità misurata in Kg e lo scorrimento misurato in mm, dovrà essere in ogni caso superiore a 300 (C.N.R. 30-1973).

Gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall dovranno presentare una percentuale di vuoti residui compresa tra 3 ÷ 7%.

La prova Marshall eseguita su provini che abbiano subito un periodo di immersione in acqua distillata per 15 giorni, dovrà dare un valore di stabilità non inferiore al 75% di quello precedentemente indicato.

Riguardo alle misure di stabilità e rigidità, sia per i conglomerati bituminosi tipo usura che per quelli tipo binder, valgono le stesse prescrizioni indicate per il conglomerato di base.

Strato di usura.

La miscela degli aggregati da adottarsi per lo strato di usura dovrà avere una composizione granulometrica contenuta nei seguenti fusi:

Serie crivelli e setacci UNI		Passante: % totale in peso Fuso tipo "A"	Passante: % totale in peso Fuso tipo "B"
Crivello	20	100	--
Crivello	15	90 – 100	100
Crivello	10	70 – 90	70 – 90
Crivello	5	40 – 55	40 – 60
Setaccio	2	25 – 38	25 – 38
Setaccio	0,4	11 – 20	11 – 20
Setaccio	0,18	8 – 15	8 – 15
Setaccio	0,075	6 – 10	6 – 10

Il legante bituminoso tipo "A" dovrà essere compreso tra il 4,5% ed il 6% riferito al peso totale degli aggregati (C.N.R. 38-1973).

L'uso del legante bituminoso tipo "B" è ammissibile soltanto in zone fredde (Nord Italia o quote elevate).

- Il fuso tipo "A" dovrà comprendere le curve per strati di usura dello spessore compreso tra 4 e 6 cm.
- Il fuso tipo "B" dovrà comprendere le curve per strati di usura dello spessore di 3 cm.

Nelle zone con prevalenti condizioni climatiche di pioggia e freddo, dovranno essere progettate e realizzate curve granulometriche di "tipo spezzata", utilizzando il fuso "A" di cui sopra, con l'obbligo che la percentuale di inerti compresa fra il passante al crivello 5 ed il trattenuto al setaccio 2 sia pari al 10% \pm 2%.

Per prevalenti condizioni di clima asciutto e caldo, si dovranno usare curve prossime al limite inferiore.

Il conglomerato dovrà avere i seguenti requisiti:

- a) resistenza meccanica elevatissima, cioè capacità di sopportare senza deformazioni permanenti le sollecitazioni trasmesse dalle ruote dei veicoli sia in fase dinamica che statica, anche sotto le più alte temperature estive, e sufficiente flessibilità per poter seguire sotto gli stessi carichi qualunque assestamento eventuale del sottofondo anche a lunga scadenza.

Il valore della stabilità Marshall (C.N.R. 30-1973) eseguita a 60°C su provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia dovrà essere di almeno 10.000 N [1000 Kg].

Inoltre il valore della rigidità Marshall, cioè il rapporto tra stabilità misurata in Kg e lo scorrimento misurato in mm, dovrà essere in ogni caso superiore a 300.

La percentuale dei vuoti dei provini Marshall, sempre nelle condizioni di impiego prescelte, deve essere compresa fra 3% e 6%.

La prova Marshall eseguita su provini che abbiano subito un periodo di immersione in acqua distillata per 15 giorni, dovrà dare un valore di stabilità non inferiore al 75% di quelli precedentemente indicati;

- b) elevatissima resistenza all'usura superficiale;
- c) sufficiente ruvidezza della superficie tale da non renderla scivolosa;
- d) grande compattezza: il volume dei vuoti residui a rullatura terminata dovrà essere compreso fra 4% e 8%.

Ad un anno dall'apertura al traffico, il volume dei vuoti residui dovrà invece essere compreso fra 3% e 6% e impermeabilità praticamente totale; il coefficiente di permeabilità misurato su uno dei provini Marshall, riferentesi alle condizioni di impiego prescelte, in permeometro a carico costante di 50 cm d'acqua, non dovrà risultare inferiore a 10^{-6} cm/sec.

Sia per i conglomerati bituminosi per strato di collegamento che per strato di usura, nel caso in cui la prova Marshall venga effettuata a titolo di controllo della stabilità del conglomerato prodotto, i relativi provini dovranno essere confezionati con materiale prelevato presso l'impianto di produzione ed immediatamente costipato senza alcun ulteriore riscaldamento.

In tal modo la temperatura di costipamento consentirà anche il controllo delle temperature operative. Inoltre, poiché la prova va effettuata sul materiale passante al crivello da 25 mm, lo stesso dovrà essere vagliato se necessario.

Controllo dei requisiti di accettazione.

Valgono le stesse prescrizioni indicate per lo strato di base.

Formazione e confezione degli impasti

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

Attivanti l'adesione

Nella confezione dei conglomerati bituminosi dei vari strati (base, collegamento o binder e usura) dovranno essere impiegate speciali sostanze chimiche attivanti l'adesione dei bitumi – aggregato ("dopes" di adesività), costituite da composti azotati di natura e complessità varia, ovvero da ammine ed in particolare da alchilammido - poliammine ottenute per reazione tra poliammine e acidi grassi C16 e C18.

Si avrà cura di scegliere tra i prodotti in commercio quello che sulla base di prove comparative effettuate presso i Laboratori autorizzati avrà dato i migliori risultati e che conservi le proprie caratteristiche fisico-chimiche anche se sottoposto a temperature elevate e prolungate.

Detti additivi polifunzionali per bitumi dovranno comunque resistere alla temperatura di oltre 180° C senza perdere più del 20% delle loro proprietà fisico - chimiche.

Il dosaggio potrà variare a seconda delle condizioni d'impiego, della natura degli aggregati e delle caratteristiche del prodotto, tra lo 0,3% e lo 0,6% sul peso del bitume da trattare (da Kg 0,3 a Kg 0,6 per ogni 100 Kg di bitume).

I tipi, i dosaggi e le tecniche di impiego dovranno ottenere il preventivo benestare della Direzione Lavori.

L'immissione delle sostanze attivanti nella cisterna del bitume (al momento della ricarica secondo il quantitativo percentuale stabilito) dovrà essere realizzata con idonee attrezzature tali da garantire la perfetta dispersione e l'esatto dosaggio (eventualmente mediante un completo ciclo di riciclaggio del bitume attraverso la pompa apposita prevista in ogni impianto), senza inconveniente alcuno per la sicurezza fisica degli operatori.

Per verificare che detto attivante l'adesione bitume-aggregato sia stato effettivamente aggiunto al bitume del conglomerato, la Direzione Lavori preleverà in contraddittorio con l'Impresa un campione del bitume additivato, che dovrà essere provato, su inerti acidi naturali (graniti, quarziti, silicei, ecc.) od artificiali (tipo ceramico, bauxite calcinata, "sinopal" od altro) con esito favorevole mediante la prova di spogliazione (di miscele di bitume - aggregato), la quale sarà eseguita secondo le modalità della Norma ASTM - D 1664/80.

Potrà essere inoltre effettuata la prova di spogliamento della miscela di legante idrocarburico ed aggregati in presenza di acqua (C.N.R. 138-1992) per determinare l'attitudine dell'aggregato a legarsi in modo stabile al tipo di legante che verrà impiegato in opera.

In aggiunta alle prove normalmente previste per i conglomerati bituminosi è particolarmente raccomandata la verifica dei valori di rigidezza e stabilità Marshall.

Inoltre dovranno essere effettuate le prove previste da C.N.R. 149-1992 per la valutazione dell'effetto di immersione in acqua della miscela di aggregati lapidei e leganti idrocarburici per determinare la riduzione (Δ %) del valore di resistenza meccanica a rottura e di rigonfiamento della stessa miscela in conseguenza di un prolungato periodo di immersione in acqua (facendo ricorso alla prova Marshall (C.N.R. 30-1973), ovvero alla prova di trazione indiretta "Brasiliana" (C.N.R. n. 134/1991)).

- Strato di collegamento e strato di usura provenienti da rigenerazione

I conglomerati bituminosi fresati provenienti dalle pavimentazioni, per brevità chiamati nel seguito "fresati", sono materiali provenienti da fresature dirette, a freddo o a caldo, o da demolizioni a blocchi di pavimentazioni preesistenti sottoposte a successiva frantumazione. Essi vanno utilizzati o nei conglomerati bituminosi, con o senza altri materiali vergini, oppure per la costruzione di rilevati di qualsiasi tipo, per piazzole di sosta, rampe di conversione o d'uscita per usi di servizio o in condizioni di blocco stradale, allargamento di corsie d'emergenza, aree di parcheggio, d'atterraggio elicotteri ecc. e per tutte le sottofondazioni delle pavimentazioni.

Lo stoccaggio definito "messa in riserva" e l'impiego definitivo del fresato deve rispondere a quanto prescritto dal decreto legislativo del 5 febbraio 1997 n° 22. In particolare, la messa in riserva e l'impiego di fresato per gli usi sopra descritti, al di fuori dei conglomerati bituminosi, è subordinato all'esecuzione del "test di cessione" sul rifiuto eseguito sul materiale tal quale, secondo il metodo riportato in allegato n° 3 al Decreto Ministeriale del Ministero dell'Ambiente n° 72 del 5 febbraio 1998. I materiali risultanti positivi o vengono inertizzati prima dell'uso (per lavaggio o per rivestimento con calce) o devono essere inviati a discarica autorizzata.

Il fresato posto in riserva deve essere accuratamente stoccato in cumuli separati dagli altri inerti. La durata della messa a riserva provvisoria non deve mai superare un anno, ed il suo utilizzo al di fuori dei conglomerati bituminosi deve essere accompagnato da un progetto da presentare con la richiesta di sistemazione definitiva.

Ai fini del massimo reimpiego nelle miscele a caldo di conglomerati bituminosi fresati, si danno qui di seguito le indicazioni necessarie al corretto utilizzo.

Per gli strati di base basebinder e binder si possono usare fresati di qualsiasi provenienza, mentre per le miscele da impiegare negli strati di usura va usato solo fresato proveniente da strati di usura drenanti o meno. Tutto il fresato prima dell'impiego va "vaghiato" al 30 mm, per gli strati di base e basebinder, e al 20 mm per gli strati di binder e usura; ciò al fine di evitare di comprendere elementi grossolani e per ridurre la "variabilità" della miscela.

L'impiego dei fresati comporta l'impiego di rigeneranti (1 - 5% in peso sul bitume totale) per il vecchio bitume; tali rigeneranti devono essere approvati come indicato all'art 1.5 e vanno impiegati in particolari zone (es. zone ad elevato traffico) e sempre su indicazione della DL.

In caso di impiego di fresato le percentuali minime di bitume totale salgono di 0,2% per tutte le miscele (vedi punti 3.5) considerando nella miscela totale anche il bitume contenuto nel fresato. Il controllo della percentuale di fresato da parte della DL potrà essere effettuato direttamente in impianto. Ai fini del reimpiego (in base alla disponibilità e alla tipologia dell'impianto) è possibile impiegare le seguenti percentuali di fresato:

	% di impiego di fresato														
	Usura a (US)			Usura b (US)			Binder (BI)			Basebinder (Bb)			Base (BA)		
Tipologia bitume	TQ	SF	HD	TQ	SF	HD	TQ	SF	HD	TQ	SF	HD	TQ	SF	HD

% di fresato	<10	<25	<20	<10	<25	<20	<15	<30	<25	<15	<35	<30	<15	<35	<30
% di ACF sul bitume	2-4	2-4	2-4	2-4	2-4	2-4	2-4	2-4	2-4	3-5	3-5	3-5	3-5	3-5	3-5

○ **Pavimentazioni in moduli autobloccanti di conglomerato cementizio**

• Generalità

La pavimentazione in moduli autobloccanti di conglomerato cementizio è caratterizzata da una fondazione ed una base di caratteristiche analoghe a quelle previste per le pavimentazioni flessibili o semirigide in conglomerato bituminoso oppure da un supporto rigido e da uno strato di finitura di superficie così costituito:

- Strato di collegamento costituito da sabbia grossa/graniglia di allettamento.
- Strato di usura costituito da moduli autobloccanti in conglomerato cementizio non armato.

Al fine di realizzare una separazione tra lo strato di collegamento (o allettamento) e gli strati sottostanti e al fine di garantire un drenaggio ottimale di detto strato è indispensabile stendere al di sopra dello strato di base un telo di geotessuto adatto alle funzioni di Filtrazione, Rinforzo e Separazione (F+R+S).

Lo strato di collegamento sarà realizzato con una miscela di sabbia grossa e graniglia di origine alluvionale o derivante da frantumazione di rocce ad alta resistenza meccanica ed inalterabili.

Lo strato di usura è costituito dalla posa a secco dei moduli autobloccanti e dal riempimento degli interstizi tra gli stessi con sabbia di sigillatura, il cui effetto di attrito impedisce il movimento dei singoli moduli.

• Preparazione della miscela di allettamento

La miscela verrà confezionata in appositi impianti centralizzati con dosatori a peso o a volume delle varie granulometrie. Il controllo della stessa dovrà essere eseguito almeno ogni 1500 m³ di miscela.

E' assolutamente da evitare l'uso di leganti idraulici nel confezionamento della miscela.

• Posa in opera dello strato di collegamento (allettamento)

Prima di porre in opera lo strato di allettamento è necessario eseguire un accurato controllo della planarità della superficie dello strato di base al fine di evitare spessori disomogenei. Le pendenze trasversali andranno eseguite già a partire dalla superficie dello strato di base al fine di garantire il drenaggio delle acque nello strato di allettamento.

Sulla superficie dello strato di base così predisposta andrà posto in opera il geotessuto in teli adeguatamente sormontati per almeno 50 cm.

La miscela di inerti costituenti lo strato di allettamento andrà posta in opera umida e livellata con staggia per zone che dovranno essere ricoperte dalla pavimentazione in masselli entro le successive 3 ore. Nel caso avvenga che un tratto di sottofondo rimanga scoperto per un periodo maggiore di tale limite, esso dovrà essere sostituito con una nuova stesa della miscela al fine di garantire la corretta umidità.

La stesa della miscela di inerti non dovrà di norma essere eseguita con temperature ambienti inferiori a 0°C e superiori a 25°C, né sotto pioggia. Potrà tuttavia essere consentita la stesa a temperature comprese tra i 25°C e i 30°C. In questo caso, però, sarà necessario proteggere da evaporazione la miscela durante il trasporto dall'impianto di miscelazione al luogo di impiego (ad esempio con teloni).

E' da evitare lo spolvero di leganti idraulici al di sopra dello strato di allettamento o la bagnatura con acqua di superfici già in opera.

Lo strato dovrà essere uniforme e omogeneo, con variazioni di spessore tra il minimo ed il massimo inferiori a 15 mm. Non sono ammesse pendenze ricavate variando lo spessore dello strato.

E' da prevedere una diminuzione di spessore dello strato di allettamento del 20% circa a seguito della vibrazione e compattazione della soprastante pavimentazione in masselli. La staggiatura potrà avvenire in due modi:

- Con precompattazione: si stende un primo strato di miscela di 3-4 cm circa, si vibrocompatta con piastra vibrante e, successivamente si stende un secondo strato da 2 cm circa che verrà tirato a staggia. Tale metodo è preferibile per pavimentazioni soggette a carichi pesanti.
- Senza precompattazione, a semplice staggiatura di tutto lo strato (da utilizzare solo per aree pedonali o soggetta a traffico leggero). Lo strato di allettamento dovrà essere presente sotto tutta la pavimentazione, andando a ricoprire anche elementi rigidi o blocchi di calcestruzzo quali: bordi o coperchi di pozzetti, plinti di pali o segnali stradali, fondazioni di cordone, calottature di tubazioni.

- *Posa in opera di masselli*

Dopo la corretta preparazione del piano di posa sullo strato di allettamento si procederà all'immediata posa dei masselli.

La posa potrà avvenire a mano o meccanicamente, utilizzando speciali macchinari in grado di prelevare dai bancali di fornitura un intero piano di elementi e di porli in opera. La posa meccanica è consentita solo nel caso di geometrie regolari e dovrà avvenire per tratti sfalsati in modo da minimizzare l'effetto estetico delle giunzioni tra i vari gruppi di masselli posati.

Nel caso di masselli di dimensioni elevate si prescrive l'uso di appositi macchinari dotati di ventose di sollevamento per tutelare la salute degli operatori.

Il taglio dei masselli, ove necessario, dovrà avvenire a mezzo delle apposite attrezzature di pacco o di dischi flessibili: non è ammesso il taglio manuale con scalpello. A seguire la posa dei masselli si dovrà operare l'intasamento degli interstizi a mezzo della sabbia di sigillatura e la vibrocompattazione.

La sabbia di sigillatura asciutta andrà stesa in modo omogeneo al di sopra della superficie creata dai masselli, provvedendo con scopatura ad un pre-intasamento dei giunti al fine di evitare disallineamenti tra i masselli nella successiva operazione di vibrocompattazione. La vibrocompattazione dovrà essere eseguita con piastre vibranti e dovrà avvenire con almeno 3 passaggi, dovrà arrestarsi ad almeno 1 m dal fronte di posa.

E' sempre consigliabile l'uso di tappetini in gomma posti al di sotto della piastra al fine di evitare graffiature della superficie dei masselli. E' necessario inoltre tenere sempre pulito il piano di compattazione al fine di evitare macchiature della pavimentazione. Nel caso di pavimentazioni destinate a carichi pesanti si prescrive inoltre una rullatura finale a mezzo di rulli statici.

Al termine della compattazione si provvederà all'intasamento finale dei giunti con lo spolvero di un ulteriore velo di sabbia che andrà lasciato al di sopra della pavimentazione per un periodo non inferiore ad 1 mese.

La precoce rimozione di tale spolvero preclude la corretta sigillatura dei giunti compromettendo la resistenza e la durabilità della pavimentazione stessa. Nel caso di pavimentazioni realizzate su supporti rigidi ed impermeabili (coperture, manufatti, ecc.) o di pavimentazioni in forte pendenza è indispensabile impedire l'infiltrazione dell'acqua tra gli interstizi che causerebbe l'espulsione della sabbia di saturazione. A tal fine è prescritto l'uso di apposite resine polimeriche idrorepellenti che rendono impermeabili le giunzioni tra i masselli.

○ Conglomerati cementizi

Per la realizzazione delle opere in oggetto è generalmente previsto l'impiego dei materiali aventi le seguenti caratteristiche:

Classe resistenza =	C12/15	getti cls magro
Classe resistenza =	C20/25	per opere di fondazione
Classe resistenza =	C28/35	opere in elevazione

Per il muro in c.a. si prevede l'utilizzo di una classe di resistenza C25/30 S4.

Le classi di esposizione, secondo la EN206, ambientale sono sei, identificate dalle sigle XO, XC, XD, XS, XF ed XA, per diversi tipi di aggressione.

- Cemento

I cementi potranno essere normali, ad alta resistenza, ad alta resistenza e rapido indurimento. Nella confezione dei conglomerati sono ammessi:

- cemento tipo III;
- cemento tipo IV;
- sono ammessi inoltre i cementi di tipo I, II e V con tenore di alluminato tricalcico (C3A) < 5% che la cementeria dovrà garantire specificando il metodo di misura, a condizione che il rapporto acqua cemento sia inferiore dello 0,05 rispetto a quello prescritto per i cementi di tipo III e IV e che la resistenza effettiva del conglomerato risulti superiore di almeno 5 MPa rispetto a quella richiesta per conglomerati confezionati con cementi di tipo III e IV. I maggiori oneri per la sostituzione del cemento sono a carico dell'Impresa.

L'utilizzo dei cementi di tipo I, II e V non è, in qualsiasi caso, consentito per la realizzazione di conglomerati cementizi di tipo I e di tutti i manufatti prefabbricati.

La qualità del cemento dovrà essere garantita e controllata dall'istituto ICITE CNR e dal relativo marchio.

È vietato l'uso di cementi diversi per l'esecuzione di ogni singola opera o elemento costruttivo; ciascun silo del cantiere o della centrale di betonaggio sarà destinato a contenere cemento di un unico tipo, unica classe ed unica provenienza, ed a tale scopo chiaramente identificato.

È ammesso l'impiego di cementi speciali rispondenti ai requisiti suddetti ed alle prescrizioni delle presenti Norme, atti al confezionamento di conglomerati cementizi fluidi e superfluidi a basso rapporto a/c senza additivazione in fase di betonaggio.

Le UNI EN 206-1 riassumono le caratteristiche consigliate delle proprietà del calcestruzzo ai fini della durabilità nell'allegato F (solo informativo). Tali caratteristiche si riferiscono ad un calcestruzzo confezionato con cemento di tipo CEM I secondo EN 197-1 (cemento Portland, classe di resistenza 32.5), e con aggregato avente dimensione nominale massima compresa fra 20 e 32 mm.

- Aggregati

Per tutti i tipi di conglomerato cementizio dovranno essere impiegati esclusivamente gli aggregati della categoria A di cui alla Norma UNI 8520 parte 2a aventi caratteristiche nei limiti di accettazione della Norma medesima, salvo particolari deroghe di carattere eccezionale che la Direzione Lavori, previa attenta valutazione delle locali condizioni di reperibilità degli aggregati, potrà concedere esclusivamente riguardo ai valori di perdita in massa per abrasione; in caso di deroga, la classe di resistenza progettualmente prevista, esclusivamente per i conglomerati cementizi di tipo I e II, dovrà essere aumentata di 5 MPa; all'Impresa nulla sarà dovuto per questo aumento di classe.

Dovranno essere costituiti da elementi non gelivi privi di parti friabili e polverulente o scistose, argilla e sostanze organiche; non dovranno contenere i minerali pericolosi: pirite, marcasite, pirrotina, quarzo ad estensione ondulata, gesso e solfati solubili (per questi ultimi si veda la tabella 15 A).

- Acqua di impasto

Sono ammesse come acqua di impasto per i conglomerati cementizi l'acqua potabile e le acque naturali rispondenti ai requisiti di seguito riportati.

Sono escluse le acque provenienti da scarichi (industriali ecc.).

L'acqua di impasto dovrà avere un contenuto in sali disciolti inferiore a 1 g per litro.

In merito al contenuto di ione cloruro nell'acqua per i manufatti in cemento armato normale o precompresso, si dovrà tener conto dei limiti previsti dalla Norma UNI 8981 parte 5 per il contenuto totale di tale ione.

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

L'acqua dovrà essere aggiunta nella quantità prescritta in relazione al tipo di conglomerato cementizio, tenendo conto dell'acqua contenuta negli aggregati, (si faccia riferimento alla condizione "satura a superficie asciutta" della Norma UNI 8520 parte 5).

- Additivi

L'Impresa dovrà impiegare additivi garantiti dai produttori per qualità e costanza di effetto e di concentrazione; le loro caratteristiche dovranno essere verificate preliminarmente in sede di qualifica di conglomerati cementizi.

Gli additivi dovranno rispondere alle Norme UNI 7101, 7102, 7103, 7104, 7105, 7106, 7107, 7108, 7109, 7120 e 8145.

Nel caso di uso contemporaneo di più additivi l'Impresa dovrà fornire alla Direzione Lavori la prova della loro compatibilità.

Ad ogni carico di additivo giunto in cantiere, l'Impresa dovrà consegnare alla Direzione lavori, copia fotostatica del documento di trasporto ed il certificato d'origine fornito dal produttore, che attesti la Conformità, a quanto preliminarmente approvato, circa le caratteristiche dell'additivo.

La quantità di additivo liquido che superi 3 l/m³ di calcestruzzo deve essere presa in conto nel calcolo del rapporto a/c.

Gli additivi dovranno essere aggiunti al conglomerato cementizio nel premiscelatore in soluzione con l'acqua d'impasto con un sistema meccanico che consenta di aggiungere l'additivo con una tolleranza sulla quantità prescritta non superiore al 5% ed inoltre che assicuri la sua uniforme distribuzione nella massa del conglomerato cementizio durante il periodo di miscelazione.

- Additivi fluidificanti, superfluidificanti e iperfluidificanti

Allo scopo di realizzare conglomerati cementizi impermeabili e durevoli a basso rapporto a/c ed elevata lavorabilità si farà costantemente uso di additivi fluidificanti e superfluidificanti del tipo approvato dalla Direzione Lavori.

A seconda delle condizioni ambientali e dei tempi di trasporto e lavorazione, potranno essere impiegati anche additivi del tipo ad azione mista fluidificante-aerante, fluidificante-ritardante e fluidificante-accelerante.

Non dovranno essere impiegati additivi a base di cloruri o contenenti cloruri di calcio.

Il loro dosaggio dovrà essere definito in fase di qualifica dei conglomerati cementizi sulla base delle indicazioni del fornitore.

Per conglomerati cementizi che debbono avere particolari requisiti di resistenza e durabilità, se previsti in progetto, dovranno essere impiegati additivi iperfluidificanti a base acrilica (caratterizzati da una riduzione d'acqua di almeno il 30%).

- Additivi aeranti

Per conglomerati cementizi soggetti durante l'esercizio a cicli di gelo-disgelo, si farà costantemente uso di additivi aeranti.

La percentuale di aria inglobata varierà in rapporto alla dimensione massima degli aggregati (D_{max}) e sarà misurata sul conglomerato cementizio fresco prelevato all'atto della posa in opera secondo la relativa Norma UNI 6395.

L'Impresa dovrà adottare le opportune cautele affinché, per effetto dei procedimenti di posa in opera e compattazione attuati, non si abbia una riduzione del tenore d'aria effettivamente inglobata al di sotto dei limiti della tabella.

Gli aeranti dovranno essere conformi a quanto indicato nella norma ASTM C 260.

- Trasporto

Il trasporto dei conglomerati cementizi dall'impianto di betonaggio al luogo d'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.

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 d'uscita della pompa.

Non saranno ammessi gli autocarri a cassone o gli scivoli.

La durata massima consentita del trasporto dipenderà essenzialmente dalla composizione del calcestruzzo e dalle condizioni atmosferiche; all'atto dello scarico dovrà essere controllata l'omogeneità dell'impasto con la prova indicata nei seguenti paragrafi. E' facoltà della Direzione Lavori di rifiutare carichi di conglomerato cementizio non rispondenti ai requisiti prescritti.

Questi ultimi, una volta rifiutati, non potranno essere oggetto d'eventuali "correzioni" ma dovranno essere definitivamente ed insindacabilmente riposti nell'apposito sito predisposto dall'Impresa.

- 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 posto le armature metalliche.

Nel caso di getti contro terra, roccia, ecc., si deve controllare che la pulizia del sottofondo, il posizionamento d'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 d'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, qualora necessario, alla posa d'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 d'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 d'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.

Eventuali irregolarità o sbavature dovranno essere asportate mediante bocciardatura e i punti incidentalmente difettosi dovranno essere ripresi accuratamente con malta cementizia a ritiro compensato immediatamente dopo il disarmo; ciò qualora tali difetti o irregolarità siano contenuti nei limiti che la Direzione Lavori, a suo insindacabile giudizio, riterrà tollerabili fermo restando in ogni caso che le suddette operazioni ricadranno esclusivamente e totalmente a carico dell'Impresa.

Quando le irregolarità siano mediamente superiori a 10 mm, la Direzione Lavori ne imporrà la regolarizzazione a totale cura e spese dell'Impresa mediante uno strato di materiali idonei che, secondo i casi e ad insindacabile giudizio della Direzione Lavori potrà essere costituito da:

- malte o betoncini reoplastici a base cementizia a ritiro compensato;
- conglomerato bituminoso del tipo usura fine, per spessori non inferiori a 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 saranno accuratamente sigillati con malta fine di cemento espansivo.

È poi prescritto che, dovunque sia possibile, gli elementi dei casseri siano fissati nell'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.

È vietato scaricare il conglomerato in un unico cumulo e distenderlo con l'impiego del vibratore; è altresì vietato lasciar cadere dall'alto il conglomerato cementizio per un'altezza superiore ad un metro; se necessario si farà uso di tubi getto o si getterà mediante pompaggio.

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.

Tra le successive riprese di getto non dovranno aversi distacchi o discontinuità o differenze d'aspetto e la ripresa potrà effettuarsi solo dopo che la superficie del getto precedente sia stata accuratamente pulita, lavata e spazzolata; gli eventuali giunti di costruzione saranno sigillati, così come previsto nelle presenti Norme Tecniche.

La Direzione Lavori avrà la facoltà di prescrivere, ove e quando lo ritenga necessario, che i getti siano eseguiti senza soluzione di continuità così da evitare ogni ripresa, anche se ciò comporta che il lavoro debba essere

condotto a turni, durante le ore notturne ed anche in giornate festive, senza che all'Impresa non spetti nulla di più di quanto previsto contrattualmente.

In alternativa la Direzione Lavori potrà prescrivere l'adozione di riprese di getto di tipo monolitico.

Queste saranno realizzate mediante spruzzatura d'additivo ritardante sulla superficie del conglomerato cementizio fresco; dopo che la massa del conglomerato sarà indurita si provvederà all'eliminazione della malta superficiale non ancora rappresa, mediante getto d'acqua, ottenendo una superficie di ripresa scabra, sulla quale si potrà disporre all'atto della ripresa di getto una malta priva di ritiro immediatamente prima del nuovo getto di conglomerato cementizio.

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 temperatura del conglomerato cementizio all'atto del getto dovrà essere compresa tra 278 e 303 K.

○ **Casseforme**

• Generalità

Per tali opere provvisorie l'Impresa porterà alla preventiva conoscenza della Direzione Lavori il sistema e le modalità esecutive che intende adottare, ferma restando l'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 fossero imposti da Enti, Uffici e persone responsabili riguardo alla zona interessata ed in particolare:

- per le sagome da lasciare libere nei sovrappassi o sottopassi di strade, autostrade, ferrovie, tranvie, ecc.;
- per le interferenze con servizi di soprassuolo o di sottosuolo.

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

Per quanto riguarda le casseforme è prescritto l'uso di casseforme metalliche o di materiali fibrocompressi 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 disuguaglianze sulle facce in vista del getto.

In ogni caso l'Impresa avrà cura di trattare le casseforme, prima del getto, con idonei prodotti disarmanti.

- 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 dì.

- Disarmo e scasseratura

Durante il periodo della stagionatura, i getti dovranno essere riparati da possibilità d'urti, vibrazioni e sollecitazioni d'ogni genere.

La rimozione delle armature di sostegno dei getti dovrà essere effettuata quando siano state sicuramente raggiunte le prescritte resistenze e comunque mai prima di 48 (quarantotto) ore.

In assenza di specifici accertamenti, l'Impresa dovrà attenersi a quanto stabilito nelle Norme Tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della Legge 5/11/1971 n. 1086 (D.M. in vigore) ed al D.M. 14 gennaio 2008 "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni".

- Protezione dopo la scasseratura

Si richiama integralmente il punto 10.6 della Norma UNI 9858/91; al fine di evitare un prematuro essiccamento dei manufatti dopo la rimozione delle casseforme, a seguito del quale l'indurimento è ridotto e il materiale risulta più poroso e permeabile, si dovrà procedere ad una stagionatura da eseguire con i metodi sopra indicati.

La durata della stagionatura, intesa come giorni complessivi di permanenza nei casseri e di protezione dopo la rimozione degli stessi, va determinata in base alle indicazioni del punto 10.6.3, prospetti XII e XIII, della Norma UNI 9858.

○ Impermeabilizzazioni

- Membrane prefabbricate a base bituminosa

L'impermeabilizzazione è costituita da membrane prefabbricate a base bituminosa, disposte ad uno o due strati ed armate con tessuto non tessuto in poliestere o con teli di fibre di vetro.

La massa bituminosa sarà costituita indicativamente per il 70% in peso da bitume leggermente polimerizzato mescolato con copolimeri di butilene e propilene con opportuni agenti stabilizzanti della dispersione degli elastomeri nel bitume; avrà le seguenti caratteristiche:

- punto di rammollimento P.e A. 403+413 K
- punto di rottura Frass 288 K
- penetrazione con peso di 100 g a 298 K: 2+3 mm.

L'armatura, in relazione alle previsioni progettuali, sarà costituita da:

- tessuto non tessuto del peso di 300 g/mq in fibre di poliestere ad alto titolo e tenacità solidamente collegate tra loro mediante legamento per agugliatura;
- velo in fibra di vetro del peso di almeno 50 g/mq;
- tessuto in fibra di vetro del peso di almeno 50 g/mq.

La finitura superficiale delle membrane sarà di tipo: normale; granigliata; autoprotetta con lamina gofrata di alluminio ricotto titolo 99,5% colore naturale di spessore di 0,08 mm; con lamina gofrata di rame ricotto titolo 99,5% colore naturale spessore di 0,08 mm, come da scelte progettuali.

Il peso delle membrane, per quelle armate in tessuto non tessuto in poliestere e per quelle armate con tessuto di fibra di vetro e autoprotette con lamine metalliche sarà di almeno 4 kg/mq; per quelle armate con velo di fibra di vetro sarà di 3 kg/mq. Le membrane saranno applicate a fiamma previa pulizia del supporto e spalmatura di primer a base bituminosa, sovrapponendo i bordi dei teli per almeno 5 cm.

Nel manto costituito da doppio strato di membrane, il secondo strato sarà applicato a fiamma incrociato rispetto al primo.

- Impermeabilizzazione di strutture interrato

Per l'impermeabilizzazione di strutture prevalentemente interrate, quali ad esempio i muri di sostegno, completamente o parzialmente a contatto delle acque di falda si prevede l'applicazione di membrane bicomponenti, composte da un film in polietilene HDPE e gomma-bitume autoadesiva sui sormonti e sul supporto,

applicata a freddo senza l'ausilio di alcuna fonte di calore o fiamma, previa spalmatura di idoneo primer, con sovrapposizioni di almeno 3 cm, avente i seguenti requisiti:

- spessore costante 1,0 mm;
 - resistenza a trazione longitudinale e trasversale 186 N/50 mmq (BS 2782);
 - allungamento o rottura 406% (BS 2782);
 - resistenza allo strappo 89,6 N (MOAT27).
 - spessore costante 1,0 mm.
- Barriera antivapore

La barriera antivapore sarà ottenuta mediante fogli di polietilene dello spessore > 0,5 mm; avrà giunti sovrapposti per almeno 10 cm che saranno sigillati con nastro biadesivo o sistemi equivalenti.

- Geotessile

Lo strato separatore sarà realizzato in geotessile del peso minimo di 300 g/mq, in fibre di poliestere a filo continuo aventi le caratteristiche riportate nell'Art. 2. Sarà fissato al piano di posa mediante punti di bitume e i giunti fra i teli saranno sovrapposti per almeno 5 cm.

○ Acciaio per C.A.

- Generalità

Gli acciai per armature di c.a. e c.a.p. debbono corrispondere ai tipi ed alle caratteristiche stabilite dalle Norme Tecniche di cui al D.M. 14 gennaio 2008

Ogni carico di acciaio giunto in cantiere dovrà essere corredato dal certificato d'origine fornito dalla ferriera, riportante gli estremi del documento di trasporto. Qualora così non fosse, tutto il carico sarà rifiutato ed immediatamente allontanato, a cura e spese dell'Impresa, dal cantiere stesso.

- Acciaio in barre ad aderenza migliorata – B450 - controllato in stabilimento

Ogni partita di acciaio in barre ad aderenza migliorata controllata in stabilimento, sarà sottoposta a controllo in cantiere prelevando almeno 3 spezzoni con la frequenza stabilita dal Direttore dei Lavori.

I campioni saranno prelevati in contraddittorio ed inviati a cura ed a spese dell'Impresa, sotto il controllo della Direzione Lavori, ad un Laboratorio Ufficiale secondo quanto prescritto dal D.M. 14 gennaio 2008 "Nuove Norme tecniche per le costruzioni".

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. in vigore.

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.

- Reti in barre di acciaio elettrosaldate

Le reti saranno in barre del tipo B450, controllate in stabilimento, di diametro compreso tra 4 e 12 mm, con distanza assiale non superiore a 25 cm.

Dovrà essere verificata la resistenza al distacco offerta dalla saldatura del nodo, come indicato nel DM in vigore.

Per il controllo delle tensioni caratteristiche di snervamento e rottura si richiamano le norme di cui al precedente punto.

- Posa in opera

Nella posa in opera delle armature metalliche entro i casseri è prescritto tassativamente l'impiego d'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. In assenza di tali distanziatori la Direzione lavori non darà il proprio assenso all'inizio delle operazioni di getto.

Copriferro ed interferro dovranno essere dimensionati nel rispetto di quanto disposto negli elaborati progettuali.

Le gabbie d'armatura dovranno essere, per quanto possibile, composte fuori opera; in ogni caso in corrispondenza di tutti i nodi dovranno essere eseguite legature doppie incrociate in filo di ferro ricotto di diametro non inferiore a 0,6 mm, in modo da garantire l'invariabilità della geometria della gabbia durante il getto.

In presenza di ferri d'armatura zincati od in acciaio inox, il filo utilizzato per le legature dovrà avere le stesse caratteristiche dell'acciaio da sottoporre a legatura.

L'Impresa dovrà adottare inoltre tutti gli accorgimenti necessari affinché le gabbie mantengano la posizione di progetto all'interno delle casseforme durante le operazioni di getto.

È a carico dell'Impresa l'onere della posa in opera delle armature metalliche, anche in presenza d'acqua o fanghi bentonitici, nonché i collegamenti equipotenziali.

○ Acciaio per carpenteria

- Generalità

L'Impresa sarà tenuta all'osservanza delle norme di riferimento richiamate espressamente nelle relazioni di calcolo delle singole opere e nel Decreto Ministeriale 14 gennaio 2008.

I materiali impiegati nella costruzione di strutture in acciaio, per cui non sia applicabile la marchiatura CE, dovranno essere "qualificati"; la marcatura dovrà risultare leggibile ed il produttore dovrà accompagnare la fornitura con l'attestato di controllo e la dichiarazione che il prodotto è qualificato.

Prima dell'approvvigionamento dei materiali da impiegare l'impresa dovrà presentare alla Direzione Lavori, in copia riproducibile, i disegni costruttivi di officina delle strutture, nei quali, in conformità a quanto riportato negli elaborati forniti dal Progettista, dovranno essere completamente definiti tutti i dettagli di lavorazione, ed in particolare:

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

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

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

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

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

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

- Collaudo tecnologico dei materiali

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

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

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

La Direzione Lavori potrà, a suo insindacabile giudizio, autorizzare l'effettuazione delle prove presso i laboratori degli stabilimenti di produzione, purché questi siano forniti dei mezzi e delle attrezzature necessarie, tarate e controllate da un Laboratorio Ufficiale, ai sensi dell'art. 20 della legge 05/11/1971 n. 1086.

L'entità dei lotti da sottoporre a collaudo, il numero e le modalità di prelievo dei campioni, saranno di regola conformi alle norme UNI vigenti per i singoli materiali.

La Direzione Lavori ha comunque la facoltà di prelevare in qualunque momento della lavorazione campioni di materiali da sottoporre a prova presso laboratori di sua scelta per verificarne la rispondenza alle Norme di accettazione ed ai requisiti di progetto.

Tutti gli oneri relativi sono a carico dell'Impresa.

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

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

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

- Controlli in corso di lavorazione

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

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

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

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

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

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

In particolare l'impresa dovrà attenersi alle seguenti disposizioni:

- il raddrizzamento e lo spianamento, quando necessari, devono essere fatti preferibilmente con dispositivo agenti per pressione.
- possono essere usati i riscaldamenti locali (caldo), purché programmati in modo da evitare eccessive concentrazioni di tensioni residue e di deformazioni permanenti;
- è ammesso il taglio a ossigeno purché regolare.
- I tagli irregolari devono essere ripassati con la smerigliatrice;
- negli affacciamenti non destinati alla trasmissione di forze possono essere tollerati giochi da 2 a 5 mm di ampiezza, secondo il maggiore o minore spessore del laminato;
- i pezzi destinati ad essere chiodati o bullonati in opera devono essere montati in modo da poter riprodurre nel montaggio definitivo le posizioni stesse che avevano in officina all'atto dell'esecuzione dei fori;
- non sono ammesse al montaggio in opera eccentricità, relative a fori corrispondenti, maggiori del gioco foro-chiodo (o bullone) previste dalle Norme Tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della legge 5/11/1971 n. 1086 (D.M. in vigore).
- entro tale limite è opportuna la regolarizzazione del foro con utensile adatto;
- l'uso delle spine d'acciaio è ammesso, in corso di montaggio, esclusivamente per richiamare i pezzi nella giusta posizione;

- i fori per chiodi e bulloni devono essere eseguiti col trapano con assoluto divieto dell'uso della fiamma e presentare superficie interna cilindrica liscia e priva di screpolature e cricche; per le giunzioni con bulloni (normali e ad alta resistenza), le eventuali sbavature sul perimetro del foro dovranno essere asportate mediante molatura locale;
- di regola si dovranno impiegare bulloni sia normali che ad alta resistenza dei seguenti diametri: $D = 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 27 \text{ mm}$;
- i bulloni ad alta resistenza non dovranno avere il gambo filettato per la intera lunghezza; la lunghezza del tratto non filettato dovrà essere in generale maggiore di quella delle parti da serrare e si dovrà sempre far uso di rosette sotto la testa e sotto il dado; è tollerato che non più di mezza spira del filetto rimanga compresa nel foro;
- nelle unioni di strutture normali o ad attrito che potranno essere soggette a vibrazioni od inversioni di sforzo, dovranno essere sempre impiegati contro-dadi, anche nel caso di bulloni con viti 8.8 e 10.9.

- Montaggio

L'Impresa sottoporrà al preventivo benestare della Direzione Lavori il sistema e le modalità esecutive che intende adottare, ferma restando la piena responsabilità dell'Impresa stessa per quanto riguarda l'esecuzione delle operazioni di montaggio, la loro rispondenza a tutte le norme di legge ed ai criteri di sicurezza che comunque possono riguardarle.

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

Nell'impiego delle attrezzature di montaggio, l'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 particolare:

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

Durante il carico, il trasporto, lo scarico, il deposito e il montaggio delle strutture, si dovrà porre la massima cura per evitare che vengano deformate o soprasollecitate.

Le parti a contatto con funi, catene ed altri organi di sollevamento dovranno essere opportunamente protette, tenuto conto tra l'altro che tutte le strutture, prima di essere trasferite a piè d'opera, devono essere trattate in officina con sabbiatura ed una mano di primer.

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

In particolare, per quanto riguarda le strutture a travata, si dovrà controllare che la contro freccia ed il posizionamento sugli apparecchi di appoggio siano conformi alle indicazioni di progetto, rispettando le tolleranze previste.

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

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

Se il diametro del foro alesato risulta superiore al diametro nominale del bullone oltre la tolleranza prevista dal D.M. in vigore, si dovrà procedere alla sostituzione del bullone con uno di diametro superiore.

Le superfici di contatto al montaggio, nei collegamenti ad attrito con bulloni ad alta resistenza devono presentarsi pulite, prive di olio, vernice, scaglie di laminazione, macchie di grasso e sabbiate a metallo bianco non più di due ore prima dell'unione.

E' ammesso il serraggio dei bulloni con chiave pneumatica purché questo 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 Lavori, un controllo di serraggio su un numero di bulloni pari al 10% del totale ed in ogni caso su non meno di quattro; se anche un solo bullone non rispondesse alle prescrizioni di serraggio, il controllo dovrà essere esteso a tutti i bulloni.

Dopo il completamento della struttura e prima della esecuzione della prova di carico, l'impresa dovrà effettuare la ripresa della coppia di serraggio di tutti i bulloni costituenti le unioni dandone preventiva comunicazione alla Direzione Lavori.

○ **Zincatura a caldo degli acciai e verniciatura**

• 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 EN 10080 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, 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 gr/m² di superficie effettivamente rivestita, corrispondente ad uno spessore di 85 μ m \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 aguzzate saranno rifiutate.

Verifiche

Le verifiche saranno condotte per unità di collaudo costituite da partite del peso max di 25 t.

Oltre alle prove previste ai precedenti punti, 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 delle presenti Norme Tecniche.

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 EN ISO 1460.

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 $610 \text{ g/mq} \pm 10\%$ 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 $610 \text{ g/mq} - 10\%$ 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.

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 possiede 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 ed a spese 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, di cui all'Allegato 4 delle Norme di cui al D.M. in vigore 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 μ m.

- Verniciatura di finitura

Per quanto riguarda la verniciatura di finitura dei manufatti zincati bisognerà procedere secondo i seguenti cicli applicativi, salvo differenti disposizioni impartite dalla Direzione Lavori:

- sgrassaggio, spazzolatura e successivo lavaggio delle superfici;
- fosfatazione a caldo o applicazione di "wash primer" o ancora applicazione di pitture di fondo che non richiedano pretrattamento;
- applicazione di almeno due mani, di spessore di 40 micron minimo cadauna, di vernice poliuretanica bicomponente (compatibile con la mano di fondo) o di altra vernice eventualmente prescritta e del colore stabilito dal progetto.

- **Tombini, ponticelli e tubazioni**

- Tombini e ponticelli ad elementi prefabbricati in c.a.

Gli elementi scatolari prefabbricati saranno realizzati in calcestruzzo di cemento ad alta resistenza ai solfati, turbovibrocompresso a sezione rettangolare interna, con armatura idonea e sistema di giunzione con incastro a bicchiere (a richiesta con anello di tenuta in gomma conforme UNI EN 681-1). I manufatti dovranno essere costruiti in conformità alle Norme UNI EN 14844:2006 marcatura CE , D.M. 14/01/08 Lavori Pubblici, UNI 206-1, UNI8981, EN 13760:2008 e UNI 8520/2 per carichi stradali di prima categoria. Lo scatolare sarà posato su soletta in calcestruzzo. I punti di giunzione ed eventuali fori predisposti per il calaggio dei manufatti dovranno essere sigillati con apposite malte espansive.

E' a carico dell'impresa produrre tutti i calcoli di verifica statica dei manufatti.

- Fognature prefabbricate in P.V.C. rinfiancate in calcestruzzo

Per le fognature del tipo prefabbricato in P.V.C. (norme UNI EN 1401-1 serie SN8 SDR 34, con marchio IIP) e rinfiancate in sabbione di fiume o di cava, di 3 mm di pezzatura max, o in cls, come risulta dai disegni di progetto, la Ditta Appaltatrice dovrà segnalare alla D.L. entro 15 giorni dalla stipula del contratto d'appalto la ditta fornitrice dei manufatti prefabbricati in P.V.C., onde poter avere libero accesso allo stabilimento di produzione per verificare nelle linee essenziali il procedimento di fabbricazione dei manufatti ed appurare la qualità dei materiali usati e i dosaggi.

Le tubazioni, del tipo con giunzione a bicchiere e anello elastomerico di tenuta idraulica, saranno posate su sabbione o su un primo getto di cls. del tipo e spessore indicato nei disegni di progetto, eseguito secondo le livellette di progetto, previa applicazione sui giunti a bicchiere di appositi collanti che dovranno essere esclusivamente del tipo prescritto dal produttore stesso dei prefabbricati in P.V.C..

Al momento del getto della soletta di appoggio verranno predisposte trasversalmente ad essa, coppie di spezzoni di armatura di acciaio per C.A. di adeguato diametro, verticali rispetto alla soletta stessa e a distanza reciproca pari al diametro esterno della tubazione in P.V.C. che si dovrà posare.

A maturazione avvenuta della soletta di base, e dopo avere posato la tubazione in P.V.C. tra le file di spezzoni sopra descritti, si collegheranno questi ultimi con analoghi spezzoni conformati a U rovescia, in modo che tale armatura contrasti l'effetto di galleggiamento che si verifica all'atto del getto di completamento di calcestruzzo.

Tutte le deviazioni plano-altimetriche che non siano normalmente assorbibili dalla elasticità della tubazione stessa, dovranno essere effettuate con appositi pezzi speciali in P.V.C., a meno che tali deviazioni non ricadano in corrispondenza a pozzetti d'ispezione o manufatti di visita, ove sia possibile, adottando apposite conformazioni del fondo per dare perfetta continuità ai condotti di fognatura.

Il secondo getto di calcestruzzo, a rinfianco dei condotti in P.V.C., sarà eseguito con conglomerati cementizi additivati con prodotti chimici reoplastici, in modo da conferirgli proprietà autolivellanti e tale da formare, con rapporti A/C dell'ordine di 0,50 - 0,55, slump compreso tra 16 e 20 cm, e un Rbk pari alle prescrizioni di progetto.

Su tutti i manufatti potranno essere richieste prove di assorbimento d'acqua secondo le modalità e prescrizioni indicate nel presente capo.

Tutti i tratti di fognatura dovranno infatti assicurare la perfetta tenuta idraulica a norma della vigente legislazione in materia di inquinamento.

All'uopo si richiederanno prove a tenuta su tratti di fognatura indicati dalla D.L. e dai Collaudatori, in funzione delle specifiche difficoltà logistiche e con particolare riguardo al traffico veicolare.

- Fognature prefabbricate in cls con anello di tenuta idraulica in gomma

La Ditta Appaltatrice dovrà segnalare alla D.L. entro 15 gg. dalla stipula del contratto di appalto la Ditta fornitrice dei manufatti prefabbricati.

La D.L. dovrà avere libero accesso allo stabilimento di produzione per verificare nelle linee essenziali il procedimento di fabbricazione dei manufatti ed appurare la qualità dei materiali usati e i dosaggi del cls.

Si farà uso di tubi circolari vibrocompressi con base di appoggio piana, di lunghezza minima pari a 2.00 ml, giunzione a bicchiere con interposizione di anello di gomma per la tenuta idraulica di tipo glipp. I tubi dovranno essere lisci internamente e di spessore tale da resistere ai carichi dovuti al rinterro e ai sovraccarichi stradali fino ad uno spessore minimo del ricoprimento pari a 50 cm e comunque per le profondità di posa previste dagli

elaborati di progetto; all'uopo è prescritta la rispondenza di tali manufatti alle norme DIN 4032 da verificarsi a cura della Ditta Appaltatrice con apposite prove di carico a rottura, presso un laboratorio ufficiale designato dalla D.L.

I manufatti di cui sopra, preventivamente verniciati all'interno, saranno assemblati su platee di calcestruzzo armato, come da disegni allegati, perfettamente spianate e lisciate in modo da rendere agevoli le operazioni di montaggio di pezzi contigui.

Non è categoricamente ammesso l'uso dei cunei di qualsiasi natura per ripristinare eventuali avvallamenti della platea di fondazione, ma gli eventuali piani di posa dovranno essere realizzati esclusivamente in malta cementizia.

Il rinfiacco, per le fognature con anello di tenuta in gomma, sarà effettuato in cls per gli spessori di progetto.

Per la movimentazione e il montaggio dei manufatti è vietato servirsi di fori ubicati in chiave o sui fianchi dei condotti, dovendosi quest'ultimi presentare senza soluzioni di continuità fin dal loro arrivo dalla fabbrica costruttrice.

Prima del collaudo delle opere di dovrà procedere alla pulizia interna dei condotti.

○ **Pozzetti e caditoie**

• Caditoie stradali

Potranno essere, in rapporto alla installazione prescritta, sia a caduta verticale che a bocca di lupo; entrambi nel tipo prefabbricato o realizzato in opera, con o senza sifone e con eventuale raccolta dei fanghi attuata a mezzo di appositi cestelli in lamiera di acciaio zincata e tramoggia di convogliamento.

I pozzetti prefabbricati saranno di norma realizzati con elementi::

- in conglomerato cementizio vibrato ad elevato dosaggio di cemento, armato con tondo di acciaio nervato ed avranno spessore delle pareti non inferiore a 4 cm. Per l'innesto dei tubi dovranno essere dotati, a seconda dei tipi, di uno o più diaframmi sulle pareti, del diametro di 20÷30 cm, tali comunque da non alterare la resistenza delle pareti stesse. I pozzetti realizzati in opera saranno di norma costruiti in conglomerato cementizio dosato a 300 kg/m³, idoneamente armato, ed avranno spessore delle pareti non inferiore ad 8 cm. I pozzetti a caduta verticale avranno dimensioni interne non inferiori a 45x60x70 cm se sifonati. Questi ultimi dovranno essere completi di setto di divisione (di spessore non inferiore a 3 cm) o di altro tipo idoneo di intercettore (preferibilmente in ghisa ed ispezionabile), di elemento in conglomerato cementizio armato per la copertura della camera sifonata e di griglia con telaio.
- sifonati in PEAD della capacità di almeno l. 80, ottenuta tramite idonei procedimento di stampaggio, aventi dimensioni come indicate dal progetto, predisposti per l'innesto di tubazioni corrugate in PEAD o in PVC. Le

caditoie dovranno essere prodotte da aziende in possesso del certificato ISO 9001:2000 per la progettazione e produzione di pozzetti in PE/PEAD e ISO 14001:2004 (certificazione ambientale).

I pozzetti a bocca di lupo avranno dimensioni minime trasversali uguali a quelle precedentemente riportate, altezza non inferiore a 90 cm, e dovranno essere completi degli elementi di cui in precedenza, dove però la griglia sarà sostituita da idoneo chiusino.

Tutti i pozzetti dovranno comunque poggiare sopra un massetto di conglomerato cementizio di spessore non inferiore a 10 cm.

- Pozzetti di ispezione della fognatura prefabbricati

I pozzetti d'ispezione della fognatura del tipo prefabbricato avranno dimensioni interne di 100 x 100 cm ed avranno spessore tale da sopportare senza alcuna fessurazione i max carichi dovuti sia al rinterro che ai sovraccarichi stradali. Gli elementi prefabbricati, di altezza pari a 25 o 33 cm o a multipli di essi, avranno giunti predisposti per l'inserimento dell'anello di tenuta idraulica in gomma e un riporto di malta sigillante espansiva al fine di renderli perfettamente impermeabili; per essi infatti è richiesto lo stesso grado di tenuta idrica dei condotti di fognatura.

Solo dietro specifico assenso della D.L. potranno accettarsi giunzioni con appositi collanti che, comunque, non esonerano l'Appaltatore dalle garanzie di tenuta idraulica ora citate.

I manufatti prefabbricati d'ispezione recheranno ad interasse di 33 cm gradini alla marinara, per l'accesso sul fondo del condotto.

Tali gradini, del diametro di 26 mm, larghi 30 cm, sporgenti 15 cm dai fianchi dei pozzetti, ed in questi infissi in maniera stabile e durevole, saranno ricoperti da uno strato in polimero colorato.

Le pareti dei pozzetti invece, saranno verniciate con prodotti epossidici-epossimocatramosi secondo le modalità e gli spessori di progetto.

Il chiusino d'ispezione, del tipo in ghisa, sarà circolare con passo di 60 cm, telaio monolitico quadrato, superficie carrabile D400 mandorlata antisdrucciolo recante la scritta " Fognatura - Comune di Prato ", e sarà dimensionato in modo tale da resistere ai massimi carichi stradali sia statici che dinamici. Esso sarà saldamente e permanentemente assicurato all'ultimo elemento prefabbricato del pozzetto d'ispezione, a mezzo di soletta di collegamento prefabbricata, o di apposito anello sempre di tipo prefabbricato.

Nel caso di appoggio diretto del telaio sull'elemento di testa del pozzetto, si dovrà eseguire un getto di cls cementizio a rigiro, debitamente armato con tondino di ferro, affinché il telaio non abbia a subire spostamenti neppure in conseguenza a sensibili azioni orizzontali sullo stesso, soprattutto di natura dinamica.

- Pozzetti per impianto di illuminazione

Per l'impianto di illuminazione pubblica si dovranno posare dei pozzetti in corrispondenza dei centri luminosi, dei punti di derivazione e di cambiamento di direzione, che consentiranno, tra l'altro, di collocarvi i componenti di giunzione o di derivazione dei cavi elettrici. Tali pozzetti saranno di tipo prefabbricato di cemento vibrato, delle dimensioni minime di cm 40x40x60, a fondo perdente e con chiusino carreggiabile in ghisa oppure con chiusino in c.a. del tipo asportabile e a tenuta. I primi si adotteranno in corrispondenza di incroci e nodi di derivazioni in sede stradale, i secondi in corrispondenza dei singoli centri luminosi in sede marciapiede.

- Pozzetti per reti tecnologiche

Saranno del tipo in c.a. prefabbricato richiesti ed approvati dagli enti erogatori.

I pozzetti avranno pareti con spessore non minore di 10 cm, eventuali setti circolari a minore spessore per l'innesto dei cavidotti. I fori praticati per innestare le tubazioni saranno perfettamente stuccati e sigillati con malta cementizia. per una più precisa individuazione delle caratteristiche dei pozzetti si rimanda alla descrizione di progetto ed ai particolari progettuali.

- Chiusini (griglie e caditoie) per pozzetti di ogni tipo

Le caratteristiche (e la posa) di ogni tipo di chiusino (griglia e caditoia) dovranno essere conformi alle prescrizioni della norma UNI EN 124.

In particolare si prescrive che ogni chiusino (griglia o caditoia) localizzato sulla carreggiata stradale debba essere conforme alla classe D400 (resistenza > 40.000 da N) e che ogni chiusino (griglia o caditoia) localizzata sui aree esclusivamente pedonali debba essere conforme alla classe C 250 (resistenza > 25.000 da N).

- **Prove di tenuta idraulica delle fognature**

Tutti i tratti di fognatura di progetto, dovranno assicurare la perfetta tenuta idraulica a norma delle vigenti legislazioni in materia di inquinamento.

Pertanto saranno effettuate specifiche prove a tenuta su tutti i tratti eseguiti ex novo, che dovranno presentare esito positivo prima della loro messa in esercizio.

Per quanto riguarda le modalità di esecuzione delle prove e quelle di accettazione della tenuta idraulica, si procederà come di seguito descritto.

Tubazioni in PVC (fognatura nera)

Preliminarmente alle prove di tenuta idraulica, sarà effettuata una videoispezione allo scopo di verificare lo stato delle giunzioni dei vari elementi e tubazioni costituenti il condotto, che interesseranno tutto il perimetro della giunzione stessa; le videoispezioni riguarderanno sia il condotto principale che gli allacciamenti principali e si opererà a seconda delle dimensioni delle tubazioni con asta a spinta o con robot.

Una volta che sia stato riscontrato l'esito positivo di tali controlli, in corrispondenza dei pozzetti di ispezione ubicati in posizione più prossima (per eccesso) alle estremità della tratta di prova, la fognatura da testare verrà delimitata con palloni gonfiabili a perfetta tenuta, ove possibile, o con murature di mattoni pieni intonacate a cemento.

Si procederà poi a riempire d'acqua la tratta di prova fino a raggiungere un'altezza di colonna d'acqua pari all'altezza massima utile interna del pozzetto posto più a valle.

Dopo un primo periodo di osservazione di circa 2 ore per verificare l'assenza di significativi abbassamenti del livello, si procederà all'eventuale rabbocco di acqua e, dopo la misurazione del livello del pelo libero, si procederà alla sigillatura di tutte le derivazioni alle future utenze, così da evitare fenomeni di evotraspirazione, di prelievi o immissioni d'acqua nella tratta oggetto di prova.

Si curerà poi di mantenere tale livello per 24 ore, successivamente alle quali verrà registrato ogni ulteriore apporto di acqua che si rendesse necessario, per altre 24 ore.

Affinché la prova di tenuta idraulica dia esito positivo si dovrà verificare che gli apporti nelle seconde 24 ore sia inferiore al prodotto tra la superficie complessivamente bagnata, ovvero le parti in cls comprese nella tratta di prova, e la velocità di filtrazione massima per essi ammissibile pari a 10-7 cm/sec.

Gli oneri susseguenti all'approntamento delle tratte di prova e all'esecuzione delle prove stesse comprese le videoispezioni sono a carico dell'Impresa Appaltatrice.

Parimenti saranno a carico dell'Impresa tutti i controlli che la D.L. richiederà sui manufatti in opera e/o accantonati in cantiere, comprese le prove a distruzione.

Tubazioni e condotti in cls

Nel caso di condotti costituiti da elementi in cls, le procedure di prova si intendono sostanzialmente simili alle precedenti, con l'eccezione dell'intervallo di tempo che dovrà trascorrere tra il primo riempimento della tratta di prova e la sigillatura delle immissioni ed accessi alla tratta di prova stessa, che allo scopo di consentire la completa saturazione delle parti in cls durerà fino a stabilizzazione del livello o al massimo per 7 giorni; dopo 7 giorni di rabbocchi senza registrare la stabilizzazione del livello, la prova sarà ritenuta negativa.

Quanto al livello di carico massimo, esso coinciderà con l'altezza massima utile interna del pozzetto d'ispezione posto più a valle.

○ Elementi per la raccolta delle acque

- Elementi per canalette, cunette e fossi di guardia

La posa di questi elementi dovrà avvenire sulla base del progetto esecutivo e delle esigenze di smaltimento delle acque meteoriche dal corpo stradale.

Gli elementi potranno avere varie forme e dimensione, scegliendo la tipologia più adatta in base a:

- sicurezza per l'utente della strada
- ingombri e geometrie in rapporto alla posizione e agli spazi disponibili
- portate di acqua da convogliare
- estetica e omogeneità

La posa in opera di questi elementi avverrà su letto di sabbia dello spessore di cm 20 adeguatamente costipata. Qualora gli elementi siano dotati di denti di innesto la posa avverrà a secco, viceversa le giunture dovranno essere riempite con malta cementizia dosata a 350 kg di cemento normale per m³ di sabbia.

- Embrici

Detti elementi vengono di norma utilizzati per il convogliamento delle acque in presenza di forti pendenze.

Essi andranno posti in opera a secco senza sottofondo sul fianco del rilevato stradale, semplicemente incastrando l'elemento superiore sull'elemento inferiore. L'elemento più basso dovrà essere ancorato al bordo del fosso laterale mediante piccola fondazione in conglomerato cementizio magro non armato classe C15/20 atta a bloccare l'elemento stesso e l'intera colonna degli elementi a monte.

L'elemento di sommità dovrà essere sagomato ad invito al fine di favorire l'ingresso dell'acqua e dovrà essere posizionato in modo da non creare scalini o impedimenti al normale deflusso.

- Cordonate, zanelle, plinti volta-testa

Le cordonate ammesse saranno dei seguenti tipi:

- Cordonate rette per marciapiede a sezione trapezia 15/12x25 cm o rettangolare (materiale lapideo-granito o cls) a sezione 15x25 cm;
- Cordonate in cls inclinate per isola sparti-traffico a sezione trapezia 12/22x25 cm;
- Liste in granito a sezione rettangolare 5x15 cm per pista ciclabile;
- Liste in cls a sezione rettangolare 10x25 cm per contenimento stalli auto e marciapiedi;

Le cordionate inclinate per isola sparti-traffico a sezione trapezia 12/22x25, verranno utilizzate solo nel caso di delimitazione di isole o aiole sparti-traffico e dovranno prevedere la segnalazione con tinteggiatura gialla uniforme o a bande inclinate alternate giallo/nere o bianco/nere.

Le cordionate andranno posate in perfetto allineamento su letto di conglomerato cementizio magro non armato dello spessore minimo di 20 cm gettato entro terra. Gli elementi di cordonata verranno posati attestati, lasciando fra le teste contigue lo spazio di cm 0,5. Tale spazio verrà riempito di malta cementizia dosata a 350 kg di cemento normale per mc di sabbia. In rettilineo andranno usati elementi di lunghezza di almeno 100 ml, in curva dovranno essere utilizzati pezzi speciali con curvatura di 50 cm.

In aderenza alle cordonate, laddove previsto dal progetto, saranno posate zanelle di porfido in piastrelle regolari di 20x20 cm o saranno posate zanelle in cls con dimensioni a correre e largh. pari a 25 cm, adeguatamente sottofondate con calcestruzzo (spessore almeno 15 cm) ed imboiaccate. In casi specifici la zanella dovrà essere “doppia” realizzando un compluvio di 20+20 cm. In tali casi la zanella a compluvio sostituirà pertanto quella in aderenza alla cordonata, che di conseguenza risulterà arretrata rispetto alla carreggiata.

In corrispondenza degli accessi carrai o dei passaggi pedonali, lungo i marciapiedi, saranno posti in opera plinti volta-testa in granito bianco o grigio della dimensione in pianta pari a 50x50 o 60x60 cm, spessore medio 25/30 cm, posati su caldana di allettamento in calcestruzzo R325 dosata a 300 kg/mc di cemento, compresa la sigillatura e stuccatura dei giunti con malta cementizia di idoneo colore e granulometria. Tra i volta-testa saranno poste in opera soglie in granito bianco o grigio della larghezza di 60 cm e lunghezza a correre, spessore medio non inferiore a 10/25 cm, posate su caldana di allettamento in calcestruzzo R325 dosata a 300 kg/mc di cemento, compresa la sigillatura e stuccatura dei giunti con malta cementizia di idoneo colore e granulometria.

La scelta del granito dovrà essere concordata con la Direzione Lavori a seguito di relativa campionatura.

○ Cavidotti

- Cavidotti per linee elettriche e telefoniche

Saranno poste in opera, previa regolarizzazione del piano di scavo, su letto di sabbia o calcestruzzo di spessore minimo cm 5. Nella posa in opera si dovrà dare alla tubazione una pendenza da pozzetto a pozzetto in modo da scaricare in questi le eventuali infiltrazioni d'acqua. Le giunzioni fra i tubi e il collegamento dei tubi con i pozzetti saranno eseguite mediante adatte sigillature.

La posa sarà eseguita con l'ausilio di speciali selle distanziatrici in materiale plastico.

I cavidotti saranno protetti con bauletti realizzati in conglomerato cementizio con spessore di ricoprimento non inferiore a 10 cm o in alternativa con bauletto di sabbia granita con spessore minimo di ricoprimento pari a 15 cm.

Le singole condotte del cavidotto, costituite da tubi in P.V.C. con le caratteristiche descritte nelle norme di accettazione del presente Capitolato, saranno dotate di filo zincato flessibile che consenta il successivo infilaggio dei cavi.

○ Opere in verde

• Generalità

Il presente articolo regola l'esecuzione delle opere in verde da realizzarsi nelle rotatorie, nei punti singolari, nei reliquati e ove progettualmente previste.

• Caratteristiche dei vari materiali

Terreno vegetale

Il terreno da fornire per il ricarico per il riempimento dell'aiuola centrale delle rotatorie, dovrà essere a reazione neutra e quindi possedere un pH dell'estratto acquoso compreso fra 6,8 e 7,2.

Solo per questo parametro possono valere delle specificazioni diverse in ordine a particolari esigenze di pH per alcune specie vegetali.

Le caratteristiche tessiturali dovranno essere quelle di un terreno di "medio impasto" o "franco" o "terra a tessitura equilibrata" che si compone, in via indicativa, di:

	Diametro	(%)
sabbia	2 - 0,02 mm	35 55
limo	0,02 - 0,002 mm	25 45
argilla	< 0,002 mm	10 25

e di una frazione trascurabile d'elementi con diametro compreso fra i 2 e i 20 mm (scheletro). I parametri chimici che devono essere sempre analizzati, dovranno invece possedere i "valori normali" che vengono di seguito indicati.

	Valori "normali"
reazione	pH = 6,8 - 7,3
calcare totale	-
calcare attivo (%)	-
sostanza organica	2 %

azoto totale	N = 1,5 - 2 %
fosforo assimilabile	P ₂ O ₅ = 50 - 80 ppm *
potassio scambiabile	K ₂ O = 100 - 200 ppm *
magnesio scambiabile	50 - 100 ppm
ferro assimilabile	2,5 ppm
manganese assimilabile	1,0 ppm
zinco assimilabile	0,5 ppm
rame assimilabile	0,2 ppm
* Per il fosforo e il potassio alcuni laboratori esprimono i risultati in termini di P e K. Tali risultati possono essere trasformati nei corrispondenti P ₂ O ₅ e K ₂ O moltiplicandoli rispettivamente per 2,3 e 1,2.	

I "valori normali" della sostanza organica, del fosforo e del potassio definiscono le "sufficienze" per le colture arboree, ma possono anche variare per delle specifiche esigenze. Il calcare va considerato sia nel totale che come calcare attivo (in soluzione) in quanto influisce negativamente sull'assorbimento del ferro e dei fertilizzanti fosfatici (per retrogradazione).

Si precisa inoltre che nel terreno vegetale non è ammessa la presenza di radici, d'altre parti legnose o di qualunque altro materiale o sostanza fitotossica.

Concimi minerali ed organici

I concimi sono utilizzati:

- per costruire nel terreno da fornire o sul quale si vuole effettuare un impianto, un'adeguata ed omogenea dotazione d'elementi nutritivi dimostratisi carenti alle analisi di Laboratorio; nel tal caso si parlerà di concimazione di fondo;
- per mantenere la funzione nutritiva del terreno proporzionalmente alle asportazioni, nel qual caso si parla di concimazione di copertura.

Gli elementi che risultano indispensabili sono N, P, K, Ca, MG, S: questi sono denominati macroelementi perché assorbiti in gran quantità.

Gli elementi richiesti in quantità minima sono invece chiamati microelementi e sono: Mn, B, Zn, Mo, Fe. I concimi sono classificati in base a:

- lo stato fisico: si hanno concimi polverulenti, granulari e liquidi;
- il titolo: indica la percentuale in peso di sostanza attiva rispetto al prodotto commerciale;
- la reazione chimica e fisiologica: ci sono concimi acidi (es. perfosfato), alcalini (es. calciocianammide, scorie Thomas), o neutri che possono comportarsi come fisiologicamente acidi (es. solfato ammonico, cloruro di potassio) o fisiologicamente alcalini (es. nitrato di calcio o di sodio);

- il numero degli elementi apportati: quelli "semplici" portano al terreno un solo elemento (azotati, fosfatici e potassici); quelli "complessi" due o tre elementi (binari o ternari) in forma di granuli;
- la rapidità d'azione: possono essere differenziati in concimi a pronto effetto (es. nitrati) e a lento effetto (es. perfosfato, scorie Thomas). Ultimamente sono andati diffondendosi i concimi "azotati a lenta cessione" o "ritardati".

Questi concimi fissano l'azoto in modo graduale grazie a particolari accorgimenti presi in fase produttiva quali:

- impiego di sostanze a bassa solubilità;
- rivestimento dei granuli con materiali poco permeabili;
- incorporamento di paraffine, gelatine, argille, ecc.;
- aggiunta d'inibitori della microflora (es. ureasi).

I concimi da usare dovranno essere di marca nota sul mercato nazionale, avere titolo dichiarato e in caso di concimi complessi avere un rapporto, azoto - fosforo - potassio, precisato. Dovranno inoltre essere consegnati negli involucri originali di fabbrica.

I fertilizzanti organici (letame, residui organici vari, ecc.) dovranno essere forniti o raccolti solo presso fornitori o luoghi approvati dalla Direzione Lavori che si riserva comunque la facoltà di richiedere le opportune analisi, prima e durante la posa in opera.

Anche nel caso di fornitura di concimi organici industriali, questi dovranno essere consegnati negli involucri originali di fabbrica.

La scelta e le condizioni d'impiego dei prodotti deve comunque essere approvata dalla Direzione Lavori.

Prodotti fitosanitari

La scelta e le condizioni d'impiego dei prodotti fitosanitari sono subordinate alle disposizioni legislative vigenti in materia e all'approvazione della Direzione Lavori.

Tutti i prodotti dovranno comunque essere consegnati negli involucri originali di fabbrica.

Nel comparto della lotta antiparassitaria, a fronte dei problemi ambientali connessi ad un largo uso, o abuso, di prodotti antiparassitari, sono da preferirsi quei metodi d'intervento che sono denominati "lotta guidata" o "vigilata".

Materiale vivaistico

Con il termine materiale vivaistico s'individua tutto il complesso delle piante (alberi, arbusti, tappezzanti, ecc.) e delle sementi occorrenti per impieghi paesaggistici, inclusa la siepe centrale spartitraffico, per interventi biotecnici anti-inquinamento acustico.

Il materiale da fornire dovrà rispondere per genere, specie, compresa l'eventuale entità sottospecifica (varietà e/o cultivar) e dimensioni a quanto indicato nel progetto.

Il materiale dovrà provenire da strutture vivaistiche dislocate in zone limitrofe o comunque assimilabili, da un punto di vista fitoclimatico, a quelle d'impianto al fine di garantire la piena adattabilità del materiale alle caratteristiche pedo-climatiche del luogo d'impiego.

Dette strutture vivaistiche devono essere dotate d'idonee organizzazioni di produzione nonché di collaudati centri di ricerca e sperimentazione nel settore forestale e nell'arboricoltura e di un ampio patrimonio di conoscenze ed esperienze tecnico-scientifiche. Ciò al fine di garantire:

- un'opportuna e mirata sperimentazione, per individuare, nell'ambito dei vari lavori, le caratteristiche genetiche (provenienza, varietà, cultivar, cloni brevettati, ecc.) ottimali, in funzione delle utilizzazioni specifiche;
- l'ottimizzazione delle tecniche di moltiplicazione e d'allevamento, finalizzate sempre al soddisfacimento degli scopi prefissi.

Tutto il materiale vivaistico dovrà essere esente da attacchi parassitari (in corso o passati) d'insetti, malattie crittogamiche, virus, altri patogeni, deformazioni e/o alterazioni di qualsiasi natura che possano compromettere il regolare sviluppo vegetativo e il portamento tipico della specie e della varietà. Il materiale vivaistico dovrà essere sempre fornito di dichiarazione, da effettuarsi su apposite Schede di Valutazione del Materiale Vivaistico, dalle quali risulti:

- vivaio di provenienza;
- genere, specie, eventuali entità sottospecifiche;
- origine;
- identità clonale per il materiale da moltiplicazione vegetativa;
- regione di provenienza per il materiale di produzione sessuale;
- luogo ed altitudine di provenienza per il materiale non proveniente dal materiale di base ammesso dalla normativa vigente;
- applicazione, nella fase di coltivazione in vivaio, di particolari tecniche d'allevamento che limitino e/o eliminino l'incidenza degli oneri manutentori.

L'apparato radicale di tutto il materiale vivaistico dovrà essere ricco di piccole ramificazioni e di radici capillari sane e, secondo quanto disposto nei documenti d'appalto, dovrà essere o a radice nuda, o racchiuso in contenitore

(vaso, cassa, mastello di legno o in plastica) con relativa terra di coltura, o in zolla rivestita (paglia, plant plast, juta, rete metallica, fitocella). L'apparato radicale dovrà comunque avere uno spiccato geotropismo positivo.

Alberi

Dovranno avere la parte aerea a portamento e forma regolari, simile agli esemplari cresciuti spontaneamente, sviluppo robusto, non filato e che non dimostri una crescita troppo rapida o stentata per eccessiva densità di coltivazione in vivaio, per terreno troppo irrigato, per sovrabbondante concimazione ecc.. Dovranno rispondere alle specifiche indicate nei documenti d'appalto per quanto riguarda le seguenti caratteristiche:

- circonferenza del tronco misurata ad un metro da terra;
- altezza totale;
- altezza d'impalcatura misurata dal colletto al ramo più basso;
- diametro della chioma misurato in corrispondenza delle prime ramificazioni per le conifere, a due terzi dell'altezza per le latifoglie, in corrispondenza alla proiezione a terra della chioma per i cespugli.

Gli alberi dovranno essere trapiantati un numero di volte sufficiente secondo le buone regole vivaistiche, con l'ultima lavorazione delle radici risalente a non più di tre anni.

Le forniture in contenitore costituiranno comunque titolo preferenziale anche per quelle per le quali è espressamente richiesta una fornitura in zolla o a radice nuda. Le dimensioni dei contenitori e/o delle zolle, nel caso in cui sia espressamente richiesta la fornitura in tale forma, dovranno essere proporzionate alle dimensioni delle singole piante.

Piante esemplari

Con il termine "esemplari" s'intende far riferimento ad alberi ed arbusti di grandi dimensioni che somigliano, per forma e portamento, agli individui delle stesse specie cresciuti liberamente e quindi con particolare valore ornamentale.

Queste piante devono essere state opportunamente preparate per la messa a dimora; devono cioè essere state zollate secondo le necessità e l'ultimo trapianto o zollatura deve essere avvenuto da non più di due anni. La zolla deve essere stata imballata a perfetta regola d'arte (juta, rete metallica, doghe, casse, plant plast, ecc.) al fine di garantire un corretto e armonico sviluppo della pianta; tali involucri di protezione dovranno essere imprescindibilmente rinforzati, qualora le singole piante superino altezze di 3,50 m, con rete metallica, con pellicola di plastica porosa o altro materiale equivalente. Le piante esemplari sono evidenziate a parte nei documenti contrattuali.

Arbusti, tappezzanti, rampicanti

Devono avere una massa fogliare ben formata e regolare a densità costante a decorrere dalla base; devono possedere un minimo di tre fusti a partire dal colletto e rispondere alle specifiche indicate nei documenti d'appalto per quanto riguarda altezza e/o diametro della chioma.

Sementi

Devono essere conformi al genere e specie richiesti nei documenti d'appalto.

Devono essere fornite nelle confezioni originali, sigillate e munite di certificato d'identità ed autenticità con l'indicazione del grado di purezza, di germinabilità e della data di scadenza stabilita dalle leggi vigenti. La mescolanza delle sementi di specie diverse da quelle indicate nei documenti d'appalto, qualora non disponibili in commercio, dovrà essere effettuata alla presenza della Direzione Lavori.

Pacciamatura

È la tecnica agronomica che consiste nel ricoprire la superficie del suolo con materiali di varia natura, in modo da impedire o limitare lo sviluppo della vegetazione infestante e ottenere altri vantaggi.

I materiali utilizzabili per mettere in atto questa tecnica possono essere:

- incoerenti degradabili: corteccia di piante arboree resinose uniformemente sfibrata e sminuzzata in spezzoni di dimensioni comprese fra 30x10 mm e 70x30 mm, con un tasso d'umidità inferiore al 20%, libera da insetti e preventivamente trattata con prodotti antimicotici;
- incoerenti non degradabili: materiale lapideo tipo argilla espansa con granuli di dimensioni da 4 mm a 10 mm, inerte sia chimicamente che fisicamente, in grado di creare un campo isolante che mantenga stabile la temperatura e il tenore d'umidità del terreno.

La Direzione Lavori, su richiesta dell'Impresa, potrà autorizzare l'impiego di pacciame approvvigionato sfuso su autocarri a condizione che i campioni prelevati e sottoposti ad analisi di laboratorio risultino idonei all'impiego specifico.

Torba

Questo materiale, sia di provenienza estera che nazionale, dovrà avere reazione acida con pH non inferiore a 3,5. Deve inoltre presentarsi non eccessivamente umidificata, libera da erbe infestanti, formata in prevalenza da Sphagnum ed Eriophorum ed essere confezionata in balle compresse e sigillate.

Acqua

L'acqua per l'irrigazione d'impianto e per tutti gli altri usi manutentori deve essere assolutamente esente da fattori inquinanti che possono derivare da attività industriali e/o da scarichi urbani o essere costituiti da acque salmastre che per la presenza di sali in concentrazione eccessiva (salinità), o per loro natura (alcalinità), possono provocare danni alla vegetazione.

L'Impresa provvederà a far valutare le caratteristiche chimiche dell'acqua e a fornire i risultati alla Direzione Lavori.

Tappeti erbosi in strisce e zolle

Nel caso in cui fosse necessario il rapido inerbimento delle superfici, l'Impresa dovrà fornire zolle e/o strisce erbose costituite con le specie prative richieste nei documenti d'appalto (es. cotico naturale, miscuglio di graminacee e leguminose, prato monospecifico, ecc.).

Prima del trasporto a piè d'opera l'Impresa dovrà sottoporre alla Direzione Lavori campioni del materiale che intende utilizzare; analogamente, nel caso che fosse richiesto del cotico naturale, l'Impresa dovrà prelevare le zolle soltanto in luoghi approvati dalla Direzione Lavori.

Le zolle erbose, a seconda delle esigenze, delle richieste e delle specie che costituiscono il prato, dovranno essere fornite in forme regolari rettangolari, quadrate o a strisce.

Al fine di non pregiudicarne la compattezza, le strisce dovranno essere consegnate arrotolate e le zolle in pallet; in ogni caso dovranno essere evitati danni dovuti alla fermentazione e alla mancata esposizione alla luce del materiale; in tal senso il materiale non dovrà essere lasciato accatastato o arrotolato.

Il materiale dovrà presentarsi completamente rivestito dalla popolazione vegetale e non dovrà presentare soluzioni di continuità.

La larghezza del materiale dovrà essere di circa 50 cm con uno spessore di 2-4 cm per raccogliere la maggior parte dell'intrico di radici delle erbe che la costituiscono e poter trattenere tutta la terra vegetale.

Pali tutori e legature

Per fissare al suolo le piante arboree con altezza superiore o uguale ad 1 m l'Impresa dovrà fornire pali di sostegno (tutori) adeguati per numero, diametro ed altezza alle dimensioni delle piante. I pali tutori devono essere di legno, diritti, scortecciati, appuntiti dalla parte dell'estremità di maggior diametro.

La parte appuntita dovrà essere resa imputrescibile per un'altezza di 100 cm circa.

In alternativa, su autorizzazione della Direzione Lavori, si potrà fare uso di pali di legno industrialmente preimpregnati di sostanze imputrescibili.

Analoghe caratteristiche d'imputrescibilità dovranno avere anche i picchetti di legno per l'eventuale bloccaggio a terra dei tutori.

Le legature in filo di ferro nudo non possono essere utilizzate; dovranno invece essere impiegati speciali collari in adatto materiale elastico (cinture di gomma, nastri di plastica, ecc.), oppure corda di canapa.

- Esecuzione dei lavori

Tutti i lavori dovranno essere eseguiti a perfetta regola d'arte secondo il miglior magistero.

Tutte le opere non eseguite a perfetta regola d'arte secondo le prescrizioni impartite, dovranno essere demolite e ricostruite a cura e spese dell'Impresa.

Di qualsiasi operazione si tratti, ogni residuo prodotto deve essere debitamente smaltito all'esterno delle pertinenze autostradali in aree autorizzate, fatte salve le vigenti Norme di Legge, a meno di diverse disposizioni contrattuali o di un diverso impiego in loco dei soli residui vegetali (interramento, pacciamatura), privo di controindicazioni e comunque autorizzato dalla Direzione Lavori.

È fatto assoluto divieto di bruciare i residui delle lavorazioni in conformità alle Leggi e ai Regolamenti vigenti in materia.

In ogni caso al termine di qualsiasi operazione il piano viabile e la segnaletica orizzontale devono risultare ripuliti da ogni residuo vegetale o di terra. Nell'esecuzione dei lavori l'Impresa dovrà:

- rispettare tutti i picchetti posti in opera, compresi quelli che sono serviti da capisaldi nella costruzione del corpo stradale; curarne la conservazione ricollocando quelli che eventualmente possano essere manomessi durante il corso dei lavori previsti;
- provvedere ad eseguire tutti gli interventi necessari per il regolare smaltimento delle acque di pioggia e/o d'irrigazione onde evitare erosioni superficiali e/o ristagni che possano danneggiare gli impianti. All'atto della consegna dei lavori ed in conformità a quanto previsto dai documenti d'appalto sarà effettuata la delimitazione delle aree da sistemare a verde.

Preparazione delle zone d'impianto

Prima di effettuare gli impianti l'Impresa è tenuta ad eseguire le operazioni preliminari di seguito specificate. Solo per gli impianti di tappeti erbosi e semine di prati, le operazioni necessarie alla preparazione delle zone d'impianto appresso indicate sono comunque a carico dell'Impresa.

Pulizia generale del terreno

Qualora nell'area oggetto dell'intervento sia presente della vegetazione indesiderata e/o materiali di risulta (laterizi, pietre, calcinacci, materiali estranei, ecc.) l'Impresa provvederà ad eliminare completamente tali elementi di disturbo alle operazioni d'impianto.

In particolare gli interventi sulla vegetazione indesiderata, sia essa arborea od arbustiva, saranno eseguiti nel rispetto delle "prescrizioni di massima e di Polizia Forestale territorialmente competente". Per il taglio delle sole piante arboree latifoglie, è richiesta anche la rimozione della ceppaia. Questa avverrà con impiego di trivella trituratrice avente diametro minimo di 0,50 m, per una profondità di 0,70 m, allo scopo di evitare l'assoluto ricaccio di polloni; l'Impresa dovrà provvedere, successivamente, al ripristino del profilo naturale del terreno.

Nel corso della pulizia generale del sito d'impianto, ove i documenti contrattuali lo prevedano, l'Impresa dovrà provvedere a recuperare e/o conservare, anche con interventi di dendrochirurgia, eventuali piante di particolare valore estetico esistenti nell'area da sistemare.

Contemporaneamente allo sgombero del materiale legnoso di risulta, si dovrà effettuare anche lo sgombero delle ramaglie, delle frasche e del materiale estraneo presente.

L'Impresa, per il trasporto e il successivo conferimento a discarica dovrà attenersi a quanto disposto dalle norme vigenti in materia di Smaltimento dei Rifiuti.

Lavorazione del terreno

Qualora le condizioni dell'area e/o la valenza ed il tipo d'impianto lo richiedano, il progetto prevedrà interventi di preparazione agraria del terreno dove andrà eseguito l'impianto.

Si dovrà provvedere a lavorare il terreno fino ad una profondità massima di 30-40 cm.

La lavorazione dovrà di norma essere eseguita con mezzi meccanici e potrà essere una semplice fresatura o un intervento d'areazione o decompattamento con "ripper".

Nel corso di quest'operazione l'Impresa dovrà rimuovere gli eventuali ostacoli sotterranei (sassi, pietre, radici, ecc.) che potrebbero impedire la corretta esecuzione dei lavori, provvedendo anche ad accantonare e conservare, su ordine della Direzione Lavori, eventuali preesistenze naturali con particolare valore estetico (rocce, massi, ecc.) e tutti gli altri materiali che possano essere utilizzati nella sistemazione. L'esecuzione delle lavorazioni avverrà in periodo d'andamento climatico favorevole, in funzione anche della natura del terreno il quale si deve trovare in tempera (40-50% della capacità totale per l'acqua).

Correzione, Ammendamento, Concimazione di fondo e impiego di Fitofarmaci

In occasione della lavorazione l'Impresa dovrà incorporare nel terreno, a mezzo d'interventi leggeri (30-40 cm di profondità), le sostanze (correttivi, ammendanti, concimi per concimazioni di fondo, fitofarmaci) necessarie.

Le sostanze usate dovranno essere trasportate in cantiere nella confezione originale della fabbrica e risultare comunque a titolo o principio attivo ben definito e in caso di concimi complessi, avere il rapporto azoto-fosforo-potassio chiaramente indicato.

Prima dell'esecuzione degli interventi l'Impresa è tenuta a darne tempestivo avviso alla Direzione dei Lavori affinché questa possa disporre per eventuali controlli in merito ai prodotti e alle modalità di lavoro.

Tracciamenti

Dopo aver eseguito le operazioni di preparazione e comunque prima della messa a dimora delle piante, l'Impresa sulla scorta dei disegni di progetto, predisporrà, a sua cura e spese, la picchettatura delle aree d'impianto segnando con picchetti la posizione nella quale dovranno essere eseguite le piantagioni singole quali alberi, arbusti

ed altre piante e tracciando sul terreno il perimetro delle piantagioni omogenee (tappezzanti, siepi, macchie d'arbusti rimboschimenti, ecc.).

Prima di procedere alle operazioni di piantagione, dovrà comunque ottenere il benestare della Direzione dei Lavori.

Trasporto del materiale vivaistico

Il trasporto del materiale vivaistico deve essere effettuato con tutte le precauzioni necessarie, affinché giunga sul luogo d'impiego nelle migliori condizioni.

Il tempo intercorrente fra il prelievo in vivaio e la messa a dimora deve essere il più breve possibile e anche in questo caso devono comunque essere prese tutte le precauzioni necessarie per la conservazione delle piante e per evitare traumi o disseccamenti, nonché danni da gelo.

Preparazione del materiale vivaistico prima della messa a dimora

Prima della messa a dimora le eventuali piccole e limitate lesioni del tronco dovranno essere curate nei modi più opportuni.

Per il materiale da fornirsi a radice nuda occorre sottoporre le radici ad una moderata potatura, in modo tale da eliminare quelle lesionate, disseccate, morte o contorte, rinnovare e migliorare i tagli eseguiti in vivaio e asportare il fittone (se presente) eseguendo in tutti i casi tagli netti su tessuti sani.

Nel caso che il materiale sia fornito in contenitori o in zolla, è necessario rimuovere i contenitori o gli eventuali involucri della zolla, eliminare le radici danneggiate o malformate e rimuovere parte del suolo periferico del pane di terra per consentire un miglior contatto fra lo stesso ed il terreno di riempimento della buca.

Messa a dimora del materiale vivaistico

Le buche per l'impianto del materiale vivaistico devono essere predisposte prima dell'arrivo del materiale stesso ed avere le dimensioni indicate nel progetto.

Nelle buche predisposte per la messa a dimora di piante arboree con altezza superiore o uguale a 1,00 m, e prima del loro posizionamento, andranno collocati i tutori. Il tutore deve affondare di almeno 0,30 m oltre il fondo della buca. In rapporto alla pianta il tutore deve essere posto in direzione opposta al vento dominante. Per piante arboree con altezza superiore o uguale a 3,00 m, in funzione del volume della chioma, può rendersi necessaria un'armatura formata da più paletti, opportunamente controventati alla base con ulteriori paletti infissi saldamente nel terreno e sporgenti circa 0,20 m dal livello del terreno.

Qualora si dovessero presentare problemi di natura particolare (mancanza di spazio, esigenze estetiche, ecc.) i pali di sostegno, su autorizzazione della Direzione Lavori, potranno essere sostituiti con ancoraggi in corda d'acciaio muniti di tendifilo.

Sul fondo della buca aperta per la messa a dimora di ciascuna delle categorie di cui si compone il materiale vivaistico, dovrà quindi essere posto del terreno vegetale, con l'esclusione di ciottoli e/o di materiali comunque

impropri per la vegetazione, sul quale sarà sistemato l'apparato vegetale. Tutte le categorie di materiale vivaistico devono essere collocate nella buca in modo tale che il colletto si trovi a livello del fondo della conca d'irrigazione. Il terreno da utilizzare per il definitivo riempimento della buca, dovrà essere mescolato con un adeguato quantitativo di concimi minerali complessi, del tipo azotati a lenta cessione o ritardati e concime organico, o torba nei quantitativi necessari.

La compattazione del terreno di riempimento dovrà essere eseguita con cura e per strati successivi in modo da non danneggiare le radici, non squilibrare la pianta, che deve restare dritta e non creare sacche d'aria. La terra al piede della pianta va inoltre sistemata in modo tale da formare intorno al colletto una piccola conca (formella) d'irrigazione.

Per favorire il compattamento del terreno di riempimento ed il perfetto assestamento dello stesso attorno alle radici, si dovrà irrigare abbondantemente la pianta messa a dimora attraverso l'apposita conca. Come indicazioni di massima, la quantità d'acqua necessaria alle diverse categorie di soggetti vegetali, per questo tipo d'irrigazione, sono le seguenti:

Tipologia vegetale	altezza del materiale	volume di acqua / individuo
alberi	oltre i 3,00 m	35 - 50 l
alberi	fino a 3,00 m	10 - 15 l
piantine forestali, arbusti	-	5 - 8 l

Le legature fra la pianta arborea e il tutore dovranno essere disposte in modo che attraverso la loro azione, il tutore serva d'appoggio alle piante. La legatura più alta va quindi disposta di norma a circa 0,20 m al di sotto delle prime ramificazioni, la più bassa ad un metro dal suolo. Per evitare danni alla corteccia è indispensabile interporre, fra tutore e fusto, un idoneo cuscinetto antifrizione in materiale adatto. A livello della chioma dovranno essere eliminati i rametti danneggiati, troppo deboli, molto vicini, avendo cura di stabilire un equilibrio tra la porzione aerea e quella radicale ed eseguendo un taglio di formazione della chioma, in modo da conferire la forma desiderata rispettando l'habitus naturale della specie. Dopo il trapianto, la pianta deve risultare ben ferma così da poter radicare regolarmente senza il pericolo di rottura delle radici sottili di nuova formazione.

Fino alla consegna dei lavori alla Stazione Appaltante dovrà essere assicurata dall'Impresa l'irrigazione per il tempo necessario all'attecchimento delle piante

Semine di prati

La realizzazione del manto erboso potrà essere eseguita con metodo secco (semina manuale o meccanica) o con metodo umido (idrosemina con attrezzature a pressione).

- Metodo secco

L'Impresa è tenuta a provvedere alla preparazione del terreno su cui sarà eseguita la semina; questo dovrà risultare debitamente liberato da qualsiasi materiale di rifiuto (pietrame, cocci, radici, ecc.) e finemente sminuzzato.

Contemporaneamente a tali lavorazioni l'Impresa dovrà somministrare almeno 5 q/ha di concime binario (P - K) a titolo 18-20 e procedere alla semina del miscuglio, opportunamente mescolato, nel quantitativo e nelle specie previste dai documenti contrattuali. Successivamente il terreno dovrà essere sottoposto a leggera rastrellatura manuale o meccanica per favorire l'interramento del concime e del miscuglio, seguita da un'opportuna rullatura per la perfetta adesione dei materiali con il terreno.

Su pendii leggeri o superfici pianeggianti si può ricorrere alla semina meccanizzata. A germinazione avvenuta, l'Impresa è tenuta a somministrare almeno 2 q/ha di concime azotato con titolo 15/16. L'Impresa è tenuta a dare tempestivo avviso alla Direzione dei Lavori, affinché questa possa effettuare l'eventuale prelevamento di campioni e possa verificare la qualità e la quantità prescritta, restando comunque a suo carico le eventuali operazioni di risemina, nel caso che la germinazione non avvenisse in modo regolare ed uniforme.

- Metodo umido o idrosemina

in tutte le situazioni che per giacitura, per le insufficienti caratteristiche fisicochimiche dei terreni e per la scarsa accessibilità, nelle quali è difficoltoso o sconsigliabile l'impiego del metodo secco, i documenti contrattuali prescriveranno l'idrosemina.

L'Impresa procederà al rivestimento di tali superfici mediante lo spargimento meccanico a mezzo d'idrosemnatrice a pressione, in grado di effettuare l'irrorazione a distanza, con diametro degli ugelli tale da non lesionare i semi e consentire lo spargimento omogeneo dei materiali. Con l'idrosemina s'irrita una miscela in soluzione acquosa costituita da:

- acqua in quantità idonea alle diluizioni richieste;
- miscela di sementi nel quantitativo e specie previsti nel progetto;
- collante in quantità idonea al fissaggio dei semi e alla creazione di una pellicola antierosiva sulla superficie del terreno, senza inibire la crescita e favorendo il trattenimento dell'acqua nel terreno nelle fasi iniziali di sviluppo;
- concime organico e/o inorganico nella quantità e qualità prevista nei documenti contrattuali;
- altri ammendanti e inoculi nella quantità e qualità prevista nei documenti contrattuali.

La miscelazione dei componenti dovrà avvenire in loco, onde evitare fenomeni di stratificazione gravitativa dei semi all'interno della cisterna, alla presenza della Direzione Lavori. Anche per questo metodo, l'Impresa è tenuta a dare tempestivo avviso alla Direzione dei Lavori, affinché questa possa effettuare il prelevamento di campioni e possa verificarne la qualità e la quantità prescritta, restando in ogni modo a suo carico le eventuali operazioni di risemina, nel caso che la germinazione non avvenisse in modo regolare ed uniforme.

○ **Barriere di sicurezza**

Le barriere ed i parapetti metallici debbono avere caratteristiche di resistenza almeno pari a quelle richieste dal D.M. in data 21 Giugno 2004 e dovranno riportare la marcatura CE.

Le caratteristiche predette saranno verificate dalla D.L. sulla base di certificati di omologazione, esibiti dall'appaltatore ed ottenuti in base ai disposti degli articoli 7 e 8 del D.M. del 21 Giugno 2004, ovvero, nel caso di non avvenuta omologazione e/o nelle more del rilascio di essa, l'appaltatore dovrà fornire alla D.L. un'ideale documentazione dalla quale risulti che ognuna delle strutture da impiegare ha superato con esito positivo, le prove dal vero (crash - test) sia di mezzi pesanti sia di autovetture, recando le procedure fissate dalle norme UNI EN 1317, parti 1, 2, 3 e 4.

Le prove dovranno essere state effettuate presso i campi prova dotati di certificazione secondo le norme ISO EN 17025.

La predetta documentazione dovrà essere consegnata alla D.L. preventivamente all'inizio di tali lavori.

Tutte le barriere dovranno essere identificate con il nome del produttore.

I materiali e le lavorazioni necessarie saranno rispondenti alle specifiche tecniche del Capitolato Speciale ed ai disegni di progetto allegati al Contratto di appalto. I controlli, le verifiche e gli accertamenti, eseguiti in contraddittorio con la Direzione Lavori e l'Appaltatore, sono mirati all'accertamento della rispondenza delle opere eseguite a quanto previsto e stabilito in progetto.

○ **Segnaletica verticale e orizzontale**

La segnaletica orizzontale sarà prevista conformemente a quanto prescritto dal "Nuovo Codice della Strada (D.L. n. 285)"

In particolare la segnaletica orizzontale comprenderà:

- Strisce longitudinali di margine delle carreggiate in vernice rifrangente di colore bianco;
- Iscrizioni e frecce direzionali in vernice rifrangente di colore bianco, zebrature, ecc.

In particolare la segnaletica verticale comprenderà:

- Segnali triangolari, circolari e ottagonali, targhe e pannelli aggiuntivi e integrativi in lamiera di alluminio, con pellicola, sostegni tubolari in acciaio zincato a caldo su fondazione in calcestruzzo cementizio;
- Portali con segnali di corsia con funzione di preavviso, di preselezione e direzione;

Segnali di direzione, di preavviso di intersezione a rotatoria, di identificazione strada statale.

Generalità

I lavori dovranno venire eseguiti da personale specializzato e conformi alle disposizioni del codice della strada e del relativo regolamento di esecuzione e di attuazione.

Il Direttore dei Lavori potrà impartire disposizioni sull'esecuzione dei lavori e l'ordine di precedenza da dare ai medesimi. Gli stessi potranno essere ordinati in più volte, a seconda delle particolari esigenze varie, per esecuzioni anche di notte, senza che l'Impresa possa pretendere prezzi diversi da quelli fissati nel presente Capitolato.

Normative di riferimento

Il piano della segnaletica di ogni intervento di tipo stradale, sia in sede pubblica che in sede privata dovrà avvenire secondo le disposizioni delle seguenti leggi nazionali: D.L. 30/04/1992 n. 285 e succ. D.L. 10/09/1993 n. 360 "Nuovo codice della strada" D.P.R. 16/12/1992 n. 495 e succ. D.P.R. 16/09/1996 n. 610 "Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada" e successivi aggiornamenti.

Inoltre per il calcolo dei sostegni, per le prove di visibilità e di rifrazione e per quanto non espresso nella legislazione nazionale si dovrà far riferimento alla norma UNI EN 12899-1: 2003.

Segnaletica verticale

I segnali verticali devono essere conformi a quanto indicato nel Regolamento del Nuovo codice della strada e sulla parte posteriore, di colore neutro, deve essere chiaramente indicato l'Ente proprietario della strada, il marchio del fabbricante il segnale e l'anno di fabbricazione; per i segnali prescrittivi, ad eccezione di quelli di cantiere, devono essere riportati anche gli estremi dell'ordinanza di apposizione. Tali annotazioni devono essere contenute in una superficie non superiore a 200 cm².

- Colori dei segnali

I segnali verticali, suddivisi in segnali di pericolo, prescrizione e indicazione, devono utilizzare i colori indicati nella tabella sotto riportata:

Segnale	Colore		
Segnali di pericolo e prescrizione	Bianco, blu, rosso, nero, giallo, verde e grigio		
Segnale	Colore fondo	Colore scritte	Colore simboli
Segnali di indicazione per autostrade.	Verde	Bianco	Bianco
Segnali di indicazione per strade extraurbane.	Blu	Bianco	Bianco
Segnali di indicazione per strade urbane, alberghi e strutture ricettive affini.	Bianco	Nero o blu	Nero o blu
Segnali temporanei di pericolo, di preavviso e di direzione, dovuti a lavori sulla strada.	Giallo	Nero	Nero
Segnali di indicazione di località o punti di interesse storico, artistico, culturale e turistico.	Marrone	Bianco	Bianco
Segnali di indicazione a fabbriche, stabilimenti, zone industriali, centri commerciali.	Nero opaco	Giallo	Bianco
Segnali di indicazione "Scuolabus" e "Taxi"	Arancio	Nero	Nero
Segnali di indicazione "SOS" e "Incidente"	Rosso	Bianco	Bianco
Segnali a strisce da utilizzare nei cantieri stradali	Bianco e rosso	-	-

Segnali di indicazione "Segnaletica orizzontale in rifacimento"	Grigio	Bianco	Bianco
---	--------	--------	--------

- Visibilità dei segnali verticali

I segnali devono essere rifrangenti perché siano visibili sia di giorno che di notte con le stesse forme, colori e simboli. Le pellicole rifrangenti sono distinte in normali (Classe 1) ed a elevata efficienza (Classe 2).

L'impresa dovrà applicare le classi di pellicola di ciascun segnale indicate nel progetto esecutivo.

Per i segnali "Dare precedenza", "STOP", "Dare precedenza a destra", "Divieto di sorpasso" e per i segnali permanenti di preavviso e di direzione è obbligatorio l'uso di pellicole rifrangenti ad elevata efficienza (Classe 2).

Per le prove di visibilità e rifrangenza si dovrà inoltre ottemperare a quanto disposto dalla norma UNI EN 12899-1:2003.

- Dimensioni e formati dei segnali verticali

I segnali verticali possono essere di tre formati: piccolo, medio e grande. Il formato grande deve essere impiegato nel caso di installazione al di sopra della carreggiata in ambito stradale extraurbano.

Gli spessori della lamiera di alluminio da utilizzare per il confezionamento sono:

- Piccolo 20/10 mm
- Normale 25/10 mm
- Grande 30/10 mm

I segnali di formato piccolo sono utilizzabili solamente in ambito urbano quando non sia materialmente possibile l'impianto di segnali di formato normale

Il progettista dovrà indicare chiaramente la tipologia del segnale richiesto in progetto, sulla base di considerazioni riguardanti la visibilità dello stesso.

- Posizione dei segnali verticali

I segnali verticali vanno posizionati generalmente sul lato destro della strada. La ripetizione sul lato sinistro, o l'installazione al di sopra della carreggiata è dettata o da esigenze di sicurezza o da norme specifiche relative a singole categorie di segnali.

La distanza minima del segnale di pericolo dal punto di inizio del pericolo segnalato è di 150 m. I segnali di prescrizione, invece, vanno posizionati in corrispondenza o il più vicino possibile al punto in cui inizia la prescrizione, così come i segnali che indicano la fine del divieto o dell'obbligo.

La ripetizione in anticipo dei segnali di pericolo o prescrizione, corredati di pannelli integrativi con l'indicazione delle distanze (arrotondate per eccesso ai 10 m), è possibile con funzione di preavviso e di migliore informazione del conducente.

Il segnale di "STOP" deve essere installato in corrispondenza della soglia delle intersezioni o quanto più possibile vicino ad essa mentre il segnale "dare precedenza" deve essere ubicato in prossimità del limite della carreggiata stradale che ha il diritto di precedenza e comunque a distanza inferiore a 10 m da questa. Per entrambi questi segnali è obbligatorio il relativo preavviso.

Per la segnalazione della testata delle isole spartitraffico si devono utilizzare o le colonnine luminose a luce gialla fissa o i delineatori speciali di ostacolo.

- Iscrizioni, lettere e simboli dei segnali di indicazione

I segnali di indicazione possono contenere scritte, lettere e simboli. I caratteri alfabetici utilizzabili per le scritte sono differenziati in normali o stretti e positivi o negativi combinabili a seconda delle esigenze (vedi art. 125 del Regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo codice della strada).

L'utilizzazione dei caratteri stretti è consentita solamente per parole o gruppi di parole non abbreviabili o quando l'impiego dei caratteri normali determini scritte troppo lunghe rispetto alla grandezza del segnale.

La distanza di leggibilità delle scritte deve essere superiore a 60 m nel caso delle strade locali e superiore a 100 m nel caso delle strade di scorrimento.

- Posizione dei segnali di indicazione

Per assicurare al conducente del veicolo uno spazio di avvistamento del segnale di indicazione, che gli consenta di prepararsi ad eseguire le manovre richieste in condizioni di sicurezza, esso va posto ad una distanza che è funzione della velocità locale predominante:

-	Velocità locale predominante (km/h)	40	50	60	70	90
-	Spazio di avvistamento (m)	80	100	120	140	170

- Caratteristiche e sistemi di fissaggio dei sostegni

I segnali verticali devono essere montati su supporti e sostegni in metallo del diametro prescritto dal progetto.

I sostegni a sezione circolare devono avere un dispositivo fisso di bloccaggio antirotazione del segnale rispetto al sostegno e del sostegno rispetto al terreno.

Tutti i sostegni e i supporti devono essere adeguatamente protetti contro la corrosione a mezzo di zincatura.

Ogni sostegno, escluse le strutture complesse, deve portare, in genere, un solo segnale; è tollerato il montaggio di 2 segnali del medesimo formato sullo stesso sostegno in casi di necessità. La gerarchia di montaggio deve seguire la seguente progressione (dall'alto verso il basso):

1. segnale di pericolo;
2. segnale di precedenza;
3. segnale di divieto;
4. segnale di obbligo.

Normalmente, per segnali posti al lato della sede stradale, il sostegno sarà del tipo tubolare standard che andrà vincolato al terreno mediante il getto di un piccolo plinto non armato in conglomerato cementizio classe C20/25, delle dimensioni di circa cm 50x50x50. Nel caso di sostegni complessi a portale o a semiportale o, in ogni caso, qualora si superi un'altezza di 4 m o nel caso di segnali con superficie esposta superiore a 2[^]3 m, si dovrà procedere ad adeguato dimensionamento dei sostegni. In tal caso la tipologia di opera fondazionale sarà indicata nel rispettivo elaborato progettuale.

Tale dimensionamento dovrà avvenire sulla base delle norme di calcolo degli elementi strutturali in acciaio come disposto dalle normative UNI EN 12767 e UNI EN 12899-1, UNI ENV 1993-1 (strutture in acciaio) o UNI ENV 1999-1 (strutture in alluminio) e dal D.M. 14 Gennaio 2008 "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni".

In questi casi si dovrà altresì prevedere una fondazione in conglomerato cementizio armato procedendo al calcolo della stessa.

Segnaletica orizzontale

I segnali orizzontali possono essere usati in maniera autonoma, quando non sono previsti altri segnali, o per integrare la segnaletica verticale.

I materiali da utilizzare devono avere caratteristiche tali da consentirne la visione sia di giorno che di notte ed anche in presenza di pioggia o con fondo stradale bagnato. Lo spessore dei materiali antisdrucciolevoli utilizzati non deve superare i 3 mm rispetto al piano della pavimentazione. Nel caso di strisce longitudinali continue realizzate con materie plastiche di spessore pari o superiore a 1.5 mm deve essere garantito il deflusso dell'acqua tramite interruzioni. Le caratteristiche fotometriche, colorimetriche e di resistenza al derapaggio dovranno essere conformi alle prescrizioni generali previste dalla norma UNI EN 1436/08.

I colori previsti per i segnali orizzontali sono:

- bianco;
- giallo;
- azzurro;
- giallo alternato con il nero.

- Strisce longitudinali

Le strisce longitudinali servono a separare le corsie di marcia, a delimitare la carreggiata stradale e a incanalare e guidare i veicoli in determinate direzioni. La larghezza di tali strisce è quella indicata dal progetto; quella minima è di 12 cm. La tipologia, la lunghezza dei tratti e degli intervalli e l'ambito di applicazione sono definiti nella specifica normativa.

- Strisce di raccordo

Le variazioni nell'andamento della carreggiata e delle corsie vanno evidenziate mediante strisce di raccordo di tipo continuo obliquo e colore bianco. L'inclinazione di tali strisce rispetto all'asse stradale non deve superare il 5%.

Le zone della carreggiata non percorribili dai veicoli e delimitate da strisce di raccordo devono essere evidenziate con zebraure. Le strisce della zebraura sono di colore bianco, inclinate nel verso di percorrenza di almeno 45° rispetto alla corsia di marcia, di larghezza almeno pari a 30 cm ed intervallate da spazi di larghezza doppia.

- Strisce trasversali

In presenza del segnale di "STOP", nelle intersezioni semaforiche e negli attraversamenti pedonali semaforizzati va utilizzata la linea trasversale continua della larghezza minima di 50 cm. La linea di arresto deve essere integrata con l'iscrizione STOP sulla pavimentazione; la distanza tra il limite superiore dell'iscrizione ed il bordo della linea di arresto deve essere compresa tra 1 e 3 m.

In presenza del segnale "dare precedenza" si utilizza invece una serie di triangoli bianchi con la punta rivolta verso il conducente obbligato a dare precedenza. La base dei triangoli ha dimensioni comprese tra 40 e 60 cm mentre l'altezza varia conseguentemente tra 50 e 70 cm. Tale linea può essere integrata con il simbolo del triangolo tracciato sulla pavimentazione; il limite superiore del triangolo non deve distare dai vertici dei triangoli costituenti la linea di arresto meno di 2 m.

- Attraversamenti pedonali e ciclabili

Gli attraversamenti pedonali vanno evidenziati sulla carreggiata mediante zebraure con strisce bianche parallele alla direzione di marcia dei veicoli, di lunghezza non inferiore a 2,50 m; la larghezza delle strisce e degli intervalli è di 50 cm.

Gli attraversamenti ciclabili vanno evidenziati mediante due strisce bianche discontinue, di larghezza pari a 50 cm con segmenti e intervalli lunghi 50 cm; la distanza minima tra i bordi interni delle due strisce trasversali è di 1 m per gli attraversamenti a senso unico e di 2 m per gli attraversamenti a doppio senso.

Sulle strade ove è consentita la sosta, per migliorare la visibilità, da parte dei conducenti, nei confronti di pedoni/ciclisti che si accingono ad impegnare la carreggiata, gli attraversamenti pedonali/ciclabili possono essere preceduti, nel verso di marcia dei veicoli, da una striscia gialla a zig zag avente altezza minima di 2,70 m e lunghezza di 12 m. Su tale striscia è vietata la sosta.

- Frecce direzionali

Vanno utilizzate sulle corsie di preselezione in prossimità di una intersezione e in ogni altro attestamento rilevabile dai disegni di progetto. Sono di colore bianco, hanno una lunghezza di 5 m, sono posizionate in asse alla corsia di marcia e l'intervallo longitudinale tra più frecce uguali nella stessa corsia non deve essere inferiore a 10 m e superiore a 30 m; la distanza tra la punta della freccia e la striscia trasversale di arresto deve essere di almeno 5 m.

- Delimitazione degli stalli di sosta

La delimitazione degli stalli di sosta va effettuata mediante il tracciamento sulla pavimentazione di strisce della larghezza di 12 cm formanti un rettangolo, entro il quale dovrà essere parcheggiato il veicolo. I colori delle strisce di delimitazione sono:

- bianco per gli stalli di sosta non a pagamento;
- azzurro per gli stalli di sosta a pagamento;
- giallo per gli stalli di sosta riservati.

Nei parcheggi privati, privati a uso pubblico, e ove richiesto direttamente dal Committente, la delimitazione degli stalli di sosta, va eseguita mediante il tracciamento di una doppia striscia di larghezza 12 cm.

Gli stalli di sosta riservati alle persone invalide devono essere delimitati da strisce gialle e contrassegnati sulla pavimentazione dall'apposito simbolo; devono, inoltre, essere affiancati da uno spazio libero necessario per consentire l'apertura dello sportello del veicolo nonché la manovra di entrata e di uscita dal veicolo, ovvero per consentire l'accesso al marciapiede.

○ IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE

- Prescrizioni tecniche generali

- Requisiti di rispondenza a norme, leggi e regolamenti

Gli impianti e i componenti devono essere realizzati a regola d'arte, conformemente alle prescrizioni della legge 1 marzo 1968, n.186.

Le caratteristiche degli impianti stessi, nonché dei loro componenti, devono corrispondere alle norme di legge e di regolamento vigenti alla data di presentazione del progetto ed in particolare essere conformi:

- alle prescrizioni di Autorità Locali;
- alle prescrizioni e indicazioni dell' ENEL o dell'Azienda Distributrice dell'energia elettrica;
- a tutte le disposizioni di legge ed i regolamenti sui lavori pubblici.

- Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro

Nei disegni e negli atti posti a base dei lavori sono chiaramente precisate le destinazione e l'uso dei luoghi di lavoro, affinché le Ditte concorrenti ne tengano debito conto nella realizzazione degli impianti ai fini di quanto disposto dalle vigenti disposizioni di legge in materia antinfortunistica, in particolare il D.lgs. 9 aprile 2008, n. 81, Testo coordinato con il D.Lgs. 3 agosto 2009, n. 106 - TESTO UNICO SULLA SALUTE E SICUREZZA SUL LAVORO - Attuazione dell'articolo 1 della Legge 3 agosto 2007, n. 123 in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro.

- Prescrizioni riguardanti i circuiti - Cavi e conduttori

a) Isolamento dei cavi:

i cavi utilizzati nell'impianto saranno unipolari FG7R-4 2x1x16mmq per quanto attiene le linee dorsali e FG70R-4 2x2,5mmq per il tratto dalla morsettiera in classe II posta alla base del palo fino all'apparecchio di illuminazione.

b) propagazione del fuoco lungo i cavi:

Quando i cavi sono raggruppati in ambiente chiuso in cui sia da contenere il pericolo di propagazione di un eventuale incendio, essi devono avere i requisiti di non propagazione dell'incendio in conformità alle norme CEI 20-22 e 20-13;

- Canalizzazioni

I conduttori devono essere sempre protetti e salvaguardati meccanicamente.

Le protezioni per posa interrata dentro tubi devono essere conformi alla norma CEI 23-46.

- Posa di cavi elettrici isolati, sotto guaina, interrati

Per l'interramento delle tubazioni si utilizzerà tubo a doppia parete corrugato esterno con interno liscio con resistenza allo schiacciamento 750N posti ad una profondità minima di circa 50 cm, come da particolare di progetto allegato.

Le derivazioni delle condutture elettriche saranno eseguite con dei pozzetti rompitratta di tipo prefabbricato in cemento vibrato aventi dimensioni minime interne 400x400x400mm, rispettando i raggi di curvatura delle tubazioni e dei cavi elettrici, completi di chiusino in ghisa C250.

- Distanze di rispetto

I cavi interrati in prossimità di altri scavi o di tubazioni metalliche di servizi (gas, telecomunicazioni, ecc.) o di strutture particolari metalliche (cisterne, ecc.) devono osservare prescrizioni particolari e distanze minime di rispetto.

Per gli attraversamenti di strade si rinvia alla norma CEI 11-17.

	INCROCIO TRA TUBAZIONI		PARALLELO TRA TUBAZIONI	
	Con schermo	Senza Schermo	con schermo	senza schermo
Distanza dai cavi di telecomunicazione	0.3 m		0.15 m	0.3 m
Distanza da serbatoi di liquidi infiammabili	1 m			

Distanza dai gasdotti (4 ^a , 5 ^a , 6 ^a , 7 ^a specie)		0.5 m		0.5 m
--	--	-------	--	-------

Per le definizioni riguardante le reti di distribuzione del gas si fa riferimento alle norme UNI-CIG 9165.

Per eventuali particolari configurazioni di reti si fa riferimento al DM 24 novembre 1984

- Protezione contro i contatti diretti e indiretti

Devono essere protette contro i contatti diretti e indiretti tutte le parti metalliche accessibili dell'impianto elettrico e degli apparecchi utilizzatori, normalmente non in tensione ma che, per cedimento dell'isolamento principale o per altre cause accidentali, potrebbero trovarsi sotto tensione (masse).

La protezione è realizzata attraverso l'utilizzo di impianti di apparecchi, morsettiere, linee e modalità di installazione a doppio isolamento (classe II).

- Protezione mediante doppio isolamento

La protezione contro i contatti indiretti può essere realizzata adottando apparecchi con isolamento doppio o rinforzato per costruzione od installazione: apparecchi di Classe II in coordinazione con modalità impiantistiche di posa per impianti a doppio isolamento.

In uno stesso impianto la protezione con apparecchi di Classe II può coesistere con la protezione mediante messa a terra; tuttavia è vietato collegare intenzionalmente a terra le parti metalliche accessibili delle macchine, degli apparecchi e delle altre parti dell'impianto di Classe II.

- Protezione delle condutture elettriche

I conduttori che costituiscono gli impianti devono essere protetti contro le sovracorrenti causate da sovraccarichi o da corto circuiti.

La protezione contro i sovraccarichi deve essere effettuata in ottemperanza alle prescrizioni delle norme CEI 64-8.

In particolare i conduttori devono essere scelti in modo che la loro portata (I_z) sia superiore o almeno uguale alla corrente di impiego (I_b) (valore di corrente calcolato in funzione della massima potenza di trasmettere in regime permanente).

Gli interruttori automatici magnetotermici da installare a loro protezione devono avere una corrente nominale (I_n) compresa fra la corrente di impiego del conduttore (I_b) e la sua portata nominale (I_z) ed una corrente in funzionamento (I_f) minore o uguale a 1,45 volte la portata (I_z).

In tutti i casi devono essere soddisfatte le seguenti relazioni:

$$I_b < I_n < I_z$$

$$I_f < 1,45 I_z$$

La seconda delle due disuguaglianze sopra indicate è automaticamente soddisfatta nel caso di impiego di

interruttori automatici conformi alle norme CEI 23-3 e CEI 17-5.

Gli interruttori automatici magnetotermici devono interrompere le correnti di corto circuito che possono verificarsi nell'impianto per garantire che nel conduttore protetto non si raggiungono temperature pericolose secondo la relazione $I^2t < Ks^2$.

Essi devono avere un potere di interruzione almeno uguale alla corrente di corto circuito presunta nel punto di installazione.

E' tuttavia ammesso l'impiego di un dispositivo di protezione con potere di interruzione inferiore a condizione che a monte vi sia un altro dispositivo avente il necessario potere di interruzione.

In questo caso le caratteristiche dei 2 dispositivi devono essere coordinate in modo che l'energia specifica passante I^2t lasciata passare dal dispositivo a monte non risulti superiore a quella che può essere sopportata senza danno dal dispositivo a valle e dalle condutture protette.

Ogni punto luce sarà dotato di propria morsettiera in classe II completa di portafusibile sezionabile per fusibile a cartuccia 8,5x31,5.

- Qualità e caratteristiche dei materiali

Tutti i materiali e gli apparecchi impiegati negli impianti elettrici devono essere adatti all'ambiente in cui sono installati e devono avere caratteristiche tali da resistere alle azioni meccaniche, corrosive, termiche o dovute all'umidità alle quali possono essere esposti durante l'esercizio.

Tutti i materiali elettrici e gli apparecchi devono essere rispondenti alle relative norme CEI e marchiati CE, IMQ (Istituto Italiano di Qualità) n e EMC (apparecchi elettrici che possono provocare problemi di incompatibilità elettromagnetica).

Per i materiali la cui provenienza è prescritta dalle condizioni del Capitolato speciale d'appalto, potranno pure essere richiesti i campioni, sempre che siano materiali di normale produzione.

E' raccomandata nella scelta dei materiali la preferenza ai prodotti nazionali. Tutti gli apparecchi devono riportare dati di targa ed eventuali indicazioni d'uso utilizzando la simbologia del CEI e la lingua italiana.

- Linee

Le linee di alimentazione dell'impianto sono da realizzare in canalizzazione interrata in tubo in PVC flessibile a doppia parete diam.125mm, realizzata in cavo unipolare FG7R-4 2x1x16mmq. La linea sarà derivata da nuovo quadro con potenza 7,4 KVA posizionato in punto baricentrico. I collegamenti verranno effettuati in pozzetto di raccordo tra la nuova illuminazione e l'esistente di dimensioni 40x40x110cm e all'interno del pozzetto posto alla base del palo. I giunti saranno realizzati con appositi morsetti con isolamento in gel.

- Cavi

I conduttori impiegati negli impianti dovranno essere in rame con marchio armonizzato C.E.E. con grado di

isolamento $U_0/U \geq 0,6/1\text{kV}$ all'esterno.

In particolare, dove non esplicitamente richiesto, saranno utilizzati i seguenti cavi:

FG7R-4 per linee esterne o dove si richieda un adeguato grado d'isolamento, posa fissa, linee interrate.

Si deve utilizzare il bicolore giallo/verde esclusivamente per l'impianto di terra ed il colore blu chiaro per il conduttore di neutro. Per le fasi si utilizzeranno colori nero, grigio, marrone.

In ogni caso la caduta di tensione su ogni linea a pieno carico non dovrà superare il 5% come da norma CEI 64-8 sez.714.

Per gli attraversamenti di strade si rinvia alla norma CEI 11-17. In ogni caso l'altezza minima sulla carreggiata di ogni parte di impianto deve essere definita conformemente al Codice della Strada in vigore.

- Sorgenti luminose

Le lampade utilizzate per l'illuminazione pubblica saranno del tipo a LED con potenza definita nelle tavole progettuali di riferimento, in quanto garantiscono i seguenti vantaggi:

- buona efficienza luminosa;
- lunga durata (fino a 50.000 ore) alla condizione di tensione stabilizzata ed apparecchi di illuminazione idonei;
- bassissimo costo di manutenzione;
- favoriscono una buona acuità visiva;
- buona resa dei colori;
- omogeneità con l'illuminazione esistente.

- Apparecchi illuminanti

Gli apparecchi di illuminazione saranno del tipo per installazione testapalo oppure su palo con braccio, con proiettore con ottica stradale tipo AEC LED in con emissione LED di varie potenze come descritto nelle tavole di progetto allegate con resa cromatica $IRC > 60$ per quanto attiene alle aree con traffico motorizzato e gli attraversamenti pedonali. Gli apparecchi saranno con classe di isolamento II e grado di protezione del vano lampada IP64. Gli apparecchi saranno dotati di sistema di pre-programmazione custom delle curve di attenuazione della emissione luminosa e quindi del risparmio energetico

Il progetto esecutivo riporterà la tipologia di armatura e di lampada da adottare.

- Sostegni in ferro tubolare

Saranno utilizzati in parte pali esistenti e in parte pali in acciaio a sezione conica con diametro alla vbase di 168mm, diametro di testa 60mm con altezza fuori terra come specificato nelle tavole di progetto allegate 8m conformi alle norme UNI EN40 e plinto prefabbricato completo di pozzetto di dimensioni approssimative di 0,65mx0,95mx0,95m (l x w x p) vedi particolare in tavole allegate). I blocchi di fondazione in CCS costituenti la base dei sostegni avranno dimensioni stabilite e calcolate sulla base della norma CEI 11-4 valevoli anche per

108

A.T.I.:

impianti in zona sismica

I sostegni in ferro tubolare dovranno essere installati a perfetta regola d'arte in allineamento perfetto e a piombo e andranno posti solamente entro blocco di fondazione in calcestruzzo.

I pali in ferro posti entro i blocchi di fondazione andranno all'interno di tubo di cemento adeguato al palo, fissati mediante sabbia umida ben costipata sigillando la parte superiore con un collare in malta di cemento dello spessore di cm 10.

Le profondità d'infissione dei pali saranno di volta in volta stabilite dalla Direzione lavori a seconda della natura del terreno. I sostegni, se non in configurazione prefabbricata plinto+pozzetto, andranno posti per quanto possibile addossati al pozzetto.

Per la protezione di tutte le parti in acciaio (pali, portello, guida d'attacco, braccio e codoli) è richiesta la zincatura a caldo secondo la Norma CEI 7-6 (1968).

Il percorso dei cavi nei blocchi e nell'asola inferiore dei pali sino alla morsettiera di connessione, dovrà essere protetto tramite uno o più tubi in PVC flessibile serie pesante diametro 50 mm, posato all'atto della collocazione dei pali stessi entro i fori predisposti nei blocchi di fondazione medesimi. Per il sostegno degli apparecchi di illuminazione su mensola od a cima-palo dovranno essere impiegati bracci in acciaio o codoli zincati a caldo secondo Norma UNI-EN 40/4.

- Giunzione dei cavi

L'esecuzione di ciascun giunto deve essere condotta a termine senza interruzione di lavoro; qualora per qualsiasi causa ciò non sia possibile, si deve, durante le brevi sospensioni, fasciare accuratamente le fasi con nastro impermeabile onde evitare l'entrata di umidità nell'interno del cavo. Durante le eventuali sospensioni notturne, l'Appaltatore deve chiudere provvisoriamente il cavo dello spezzone mediante fasciatura con nastri adesivi od equivalenti se trattasi di cavi di plastica; tali provvedimenti devono essere presi anche durante eventuali forzate sospensioni diurne ogni qualvolta vi sia dubbio sulla stabilità delle condizioni atmosferiche.

Nei giunti fra cavi in plastica, al di sopra della fasciatura con nastri di polietilene si deve ripristinare, con uno strato di plastica liquida tale da rendere la giunzione completamente impermeabile all'acqua.

- Tensione dell'impianto

La tensione nominale dell'impianto non dovrà essere superiore a 230 V.

L'intero sistema elettrico deve presentare una resistenza d'isolamento verso terra non inferiore a

$$\frac{2U_0}{L + N} \text{ M ohm con:}$$

U_0 tensione nominale verso terra (convenzionalmente 1 kV);

L lunghezza complessiva dei conduttori delle linee di alimentazione in km;

N numero delle lampade del sistema.

La c.d.t. nella linea di alimentazione, escluso il transitorio di accensione, non deve superare il 5%.

Le perdite nella linea di alimentazione, non tenendo conto del transitorio di accensione, in condizioni regolari d'esercizio (a pieno carico), non devono superare il 5% della potenza assorbita dai centri luminosi.

- Quadri elettrici

Il quadro elettrico utilizzato sarà con armadio in vetroresina e attenuazione automatica della luminosità, con potenza di 7,4KVA posizionato in punto baricentrico in prossimità della nuova cabina di trasformazione all'interno del comparto oppure in posizione definita in accordo con l'ente fornitore di energia.

- Collaudo dell'impianto

Il collaudo definitivo dovrà accertare che gli impianti ed i lavori, per quanto riguarda i materiali impiegati, l'esecuzione e la funzionalità, siano in tutto corrispondenti alle condizioni del progetto approvato, alle condizioni del Capitolato ed alle disposizioni, anche in variante, eventualmente impartite dalla Direzione lavori.

Nel collaudo definitivo si dovrà procedere alle seguenti verifiche:

- a) misura della resistenza di isolamento tra il complesso dei conduttori metallici connessi e la terra, con tutti gli apparecchi di illuminazione inseriti;
- b) misura della c.d.t. lungo la linea di alimentazione;
- c) verifica del coordinamento delle protezioni dei contatti accidentali.

• **NORME PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DEI LAVORI**

Le norme di misurazione per la contabilizzazione saranno le seguenti.

- Scavi in genere.

Oltre che per gli obblighi particolari emergenti dal presente articolo, con i prezzi di elenco per gli scavi in genere l'Appaltatore deve ritenere compensato per tutti gli oneri che esso dovrà incontrare:

per taglio di piante, estirpazione di ceppaie, radici, ecc.;

- per il taglio e lo scavo con qualsiasi mezzo delle materie sia asciutte che bagnate, di qualsiasi consistenza ed anche in presenza d'acqua;
- per paleggi, innalzamento, carico, trasporto e scarico a rinterro od a rifiuto entro i limiti previsti in elenco prezzi, sistemazione della materie di rifiuto, deposito provvisorio e successiva ripresa;
- per la regolazione delle scarpate o pareti, per lo spianamento del fondo, per la formazione di gradoni, attorno e sopra le condotte di acqua od altre condotte in genere, e sopra le fognature o drenaggi secondo le sagome definitive di progetto;
- per puntellature, sbadacchiature ed armature di qualsiasi importanza e genere secondo tutte le prescrizioni contenute nel presente capitolato, compresi le composizioni, scomposizioni, estrazioni ed allontanamento, nonché sfridi, deterioramenti, perdite parziali o totali del legname o dei ferri;
- per impalcature ponti e costruzioni provvisorie, occorrenti sia per il trasporto delle materie di scavo e sia per la formazione di rilevati, per passaggi, attraversamenti, ecc.;
- per ogni altra spesa necessaria per l'esecuzione completa degli scavi.

La misurazione degli scavi verrà effettuata nei seguenti modi:

- il volume degli scavi di sbancamento verrà determinato con il metodo delle sezioni ragguagliate in base ai rilevamenti eseguiti in contraddittorio con l'Appaltatore, prima e dopo i relativi lavori;
- gli scavi di fondazione saranno computati per un volume uguale a quello risultante dal prodotto della base di fondazione per la sua profondità sotto il piano degli scavi di sbancamento, ovvero del terreno naturale quando detto scavo di sbancamento non viene effettuato.

Al volume così calcolato si applicheranno i vari prezzi fissati nell'elenco per tali scavi; vale a dire che essi saranno valutati sempre come eseguiti a pareti verticali ritenendosi già compreso e compensato con il prezzo unitario di elenco ogni maggiore scavo.

Tuttavia per gli scavi di fondazione da eseguire con l'impiego di casseri, paratie o simili strutture, sarà incluso nel

volume di scavo per fondazione anche lo spazio occupato dalle strutture stesse.

I prezzi di elenco, relativi agli scavi di fondazione, sono applicabili unicamente e rispettivamente ai volumi di scavo compresi fra piani orizzontali consecutivi, stabiliti per diverse profondità, nello stesso elenco dei prezzi. Pertanto la valutazione dello scavo risulterà definita per ciascuna zona, dal volume ricadente nella zona stessa e dall'applicazione ad esso del relativo prezzo di elenco.

- Rilevati e rinterri.

Il volume dei rilevati sarà determinato con il metodo delle sezioni ragguagliate, in base a rilevamenti eseguiti come per gli scavi di sbancamento. I rinterri di cavi a sezione ristretta saranno valutati a metro cubo per il loro volume effettivo misurato in opera. Nei prezzi di elenco sono previsti tutti gli oneri per il trasporto dei terreni da qualsiasi distanza e per gli eventuali indennizzi a cave di prestito.

- Riempimento con misto granulare.

Il riempimento con misto granulare a ridosso delle murature per drenaggi, vespai, ecc., sarà valutato a metro cubo per il suo volume effettivo misurato in opera.

- Murature in genere.

Tutte le murature in genere, salvo le eccezioni in appresso specificate, saranno misurate geometricamente, a volume od a superficie, secondo la categoria, in base a misure prese sul vivo dei muri, esclusi cioè gli intonaci. Sarà fatta deduzione di tutti i vuoti di luce superiore a 1,00 m² e dei vuoti di canne fumarie, canalizzazioni, ecc., che abbiano sezione superiore a 0,25 m², rimanendo per questi ultimi, all'Appaltatore, l'onere della loro eventuale chiusura con materiale in cotto. Così pure sarà sempre fatta deduzione del volume corrispondente alla parte incastrata di pilastri, piattabande, ecc., di strutture diverse, nonché di pietre naturali od artificiali, da pagarsi con altri prezzi di tariffa.

Nei prezzi unitari delle murature di qualsiasi genere, qualora non debbano essere eseguite con paramento di faccia vista, si intende compreso il rinzafo delle facce visibili dei muri. Tale rinzafo sarà sempre eseguito, ed è compreso nel prezzo unitario, anche a tergo dei muri che debbono essere poi caricati a terrapieni. Per questi ultimi muri è pure sempre compresa l'eventuale formazione di feritoie regolari e regolarmente disposte per lo scolo delle acque erale quella delle immorsature e la costruzione di tutti gli incastri per la posa in opera della pietra da taglio od artificiale.

Nei prezzi della muratura di qualsiasi specie si intende compreso ogni onere per la formazione di spalle, sguinci, canne, spigoli, strombature, incassature per imposte di archi, volte e piattabande.

Qualunque sia la curvatura data alla pianta ed alle sezioni dei muri, anche se si debbano costruire sotto raggio, le relative murature non potranno essere comprese nella categoria delle volte e saranno valutate con i prezzi delle

murature rette senza alcun

compenso in piu'.

Le ossature di cornici, cornicioni, lesene, pilastri, ecc., di aggetto superiore a 5 cm sul filo esterno del muro, saranno valutate per il loro volume effettivo in aggetto con l'applicazione dei prezzi di tariffa stabiliti per le murature.

Per le ossature di aggetto inferiore ai 5 cm non verra' applicato alcun sovrapprezzo.

Quando la muratura in aggetto e' diversa da quella del muro sul quale insiste, la parte incastrata sara' considerata come della stessa specie del muro stesso. Le murature di mattoni ad una testa od in foglio si misureranno a

vuoto per pieno, al rustico, deducendo soltanto le aperture di superficie uguale o superiori a 1 m², intendendo nel prezzo compensata la formazione di sordini, spalle, piattabande, ecc., nonche' eventuali intelaiature in legno che la Direzione dei

lavori ritenesse opportuno di ordinare allo scopo di fissare i serramenti al telaio anziche' alla parete.

- Calcestruzzi.

I calcestruzzi per fondazioni, murature, volte, ecc., e le strutture costituite da getto in opera, saranno in genere pagati a metro cubo e misurati in opera in base alle dimensioni prescritte, esclusa quindi ogni eccedenza, ancorche' inevitabile, dipendente dalla forma degli scavi aperti e dal modo di esecuzione dei lavori.

Nei relativi prezzi, oltre agli oneri delle murature in genere, si intendono compensati tutti gli oneri specificati nelle norme sui materiali e sui modi di esecuzione.

- Conglomerato cementizio armato.

Il conglomerato per opere in cemento armato di qualsiasi natura e spessore sara' valutato per il suo volume effettivo, senza detrazione del volume del ferro che verra' pagato a parte.

Quando trattasi di elementi a carattere ornamentale gettati fuori opera (pietra artificiale), la misurazione verra' effettuata in ragione del minimo parallelepipedo retto a base rettangolare circoscrivibile a ciascun pezzo, e nel relativo prezzo si deve intendere compreso, oltre che il costo dell'armatura metallica, tutti gli oneri specificati nelle norme sui materiali e sui modi di esecuzione, nonche' la posa in opera, sempreche' non sia pagata a parte.

I casseri, le casseforme e le relative armature di sostegno, se non comprese nei prezzi di elenco del conglomerato cementizio, saranno computati separatamente con i relativi prezzi di elenco.

Pertanto, per il compenso di tali opere, bisognera' attenersi a quanto previsto nell'Elenco dei Prezzi Unitari.

Nei prezzi del conglomerato sono inoltre compresi tutti gli oneri derivanti dalla formazione di palchi provvisori di servizio, dall'innalzamento dei materiali, qualunque sia l'altezza alla quale l'opera di cemento armato dovra' essere eseguita, nonche'

per il getto e la vibratura.

Il ferro tondo per armature di opere di cemento armato di qualsiasi tipo nonche' la rete elettrosaldata sara' valutato secondo il peso effettivo; nel prezzo oltre alla lavorazione e lo sfrido e' compreso l'onere della legatura dei singoli elementi e

la posa in opera dell'armatura stessa.

Trasporti.

Con i prezzi dei trasporti si intende compensata anche la spesa per i materiali di consumo, la manodopera del conducente, e ogni altra spesa occorrente.

I mezzi di trasporto per i lavori in economia debbono essere forniti in pieno stato di efficienza e corrispondere alle prescritte caratteristiche.

La valutazione delle materie da trasportare e' fatta a seconda dei casi, a volume od a peso con riferimento alla distanza.

Disposizioni generali relative ai prezzi dei lavori a misura e delle somministrazioni per opere in economia - Invariabilita' dei prezzi

I prezzi unitari in base ai quali, dopo deduzione del pattuito ribasso d'asta, saranno pagati i lavori appaltati a misura e le somministrazioni, sono indicati nel seguente elenco.

Essi compensano:

- a) circa i materiali, ogni spesa (per fornitura, trasporto, dazi, cali, perdite, sprechi, ecc.), nessuna eccettuata, che venga sostenuta per darli pronti all'impiego, a piede di qualunque opera;
- b) circa gli operai e mezzi d'opera, ogni spesa per fornire i medesimi di attrezzi e utensili del mestiere, nonche' per premi di assicurazioni sociali, per illuminazione dei cantieri in caso di lavoro notturno;
- c) circa i noli, ogni spesa per dare a pie' d'opera i macchinari e mezzi pronti al loro uso;
- d) circa i lavori a misura ed a corpo, tutte le spese per forniture, lavorazioni, mezzi d'opera, assicurazioni d'ogni specie, indennita' di cave, di passaggi o di deposito, di cantiere, di occupazione temporanea e d'altra specie, mezzi d'opera provvisori, carichi, trasporti e scarichi in ascesa o discesa, ecc., e per quanto occorre per dare il lavoro compiuto a perfetta regola d'arte, intendendosi nei prezzi stessi compreso ogni compenso per gli oneri tutti che l'Appaltatore dovra' sostenere a tale scopo, anche se non esplicitamente detti o richiamati nei vari articoli e nell'elenco dei prezzi del presente Capitolato.

I prezzi medesimi, per lavori a misura ed a corpo, nonche' il compenso a corpo, diminuiti del ribasso offerto, si intendono accettati dall'Appaltatore in base ai calcoli di sua convenienza, a tutto suo rischio e sono fissi ed invariabili.

Il tecnico
Ing. Prevoli Emiliano

Parma, 09/06/2017